

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO, SELECCIÓN DE MATERIALES ECOLÓGICOS Y
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA BIOSOSTENIBLE PARA ESTRATOS 1, 2 Y 3.**



FRANCO DE JESÚS BRITTO MORALES

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BARRANQUILLA
2019**

**DISEÑO ARQUITECTÓNICO, SELECCIÓN DE MATERIALES ECOLÓGICOS Y
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA BIOSOSTENIBLE PARA ESTRATOS 1, 2 Y 3.**

FRANCO DE JESÚS BRITTO MORALES

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

Tutor

ING. NATALIA LAMUS

Co-tutor

ING. FAUSTO CANALES

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BARRANQUILLA**

2019

Nota de aceptación

Presidente de Jurado

Jurado

Jurado

Agradecimientos

A ti, por hacer todo esto posible.

T.A.M.

DD.

Resumen

El presente documento se desarrolla como trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de la Costa. Su principal objetivo es formular una propuesta de diseño civil y arquitectónico para la construcción de viviendas sostenibles, de interés social, a partir de materiales y sistemas de construcción con bajo impacto ambiental en la ciudad de Barranquilla. Las condiciones climáticas y geográficas de la ciudad son características tenidas en cuenta para el desarrollo de la propuesta planteada, lo cual define con claridad su alcance y también se convierte en su principal limitación. Para el desarrollo del presente trabajo de grado se toman como marco de referencia dos temas fundamentales: el concepto de Desarrollo Sostenible, enmarcado principalmente en lo establecido por la ONU y el contexto político colombiano en cuanto a la construcción de vivienda de interés social de los últimos dos gobiernos del país, tomados principalmente de los planes de desarrollo de los mismos.

Palabras clave: vivienda de interés social, desarrollo sostenible, ONU, plan de desarrollo

Abstract

This document is developed as final work in the Civil Engineering faculty of the Universidad de la Costa. The principal objective is the formulation of a civil and architectural design proposal for the construction of sustainable houses, with social interest, from materials and construction systems with low environmental impact in the city of Barranquilla. The climatic and geographical conditions of the city are characteristics taken into account for the development of the proposed proposal, which clearly defines its scope and also becomes its main limitation. For the development of this work, two fundamental themes are taken as a frame of reference: the concept of Sustainable Development, mainly framed by the provisions of the United Nations Organization and the Colombian political context for the construction of social interest houses in the last two governments of the country, taken mainly from their development plans.

Keywords: social interest houses, sustainable development, UNO, development plans

Tabla de contenido

Lista de tablas y figuras.....	8
1. Introducción.....	12
2. Antecedentes.....	15
3. Planteamiento del problema	41
4. Alcances y limitaciones.....	43
5. Objetivos	45
5.1 Objetivo General.....	45
5.2 Objetivos Específicos.....	45
6. Metodología.....	46
7. Desarrollo de la propuesta.....	52
7.1 Descripción.....	67
7.2 Presupuesto.....	74
8. Conclusiones.....	79
9. Referencias	82

Lista de tablas y figuras**Tablas**

Tabla 2.1 Emisiones y absorciones de GEI año 2014.	23
Tabla 7.2 Cuadro comparativo Materiales y Sistemas de Construcción	58
Tabla 7.3 Matriz Impacto Ambiental Causa-Efecto de los impactos ambientales por cada actividad del proyecto	58
Tabla 7.4 Matriz de Aplicación de Medidas Ambientales cada actividad del proyecto	60
Tabla 7.5 Medidas ambientales a aplicar de acuerdo a los recursos impactados	61
Tabla 7.6 Presupuesto de Obra sistemas de construcción bajo impacto ambiental	76
Tabla 7.7 Presupuesto de Obra sistemas de construcción tradicional	78

Figuras

Figura 2.1 Dimensiones del Desarrollo Sostenible	16
Figura 2.2 Objetivos de Desarrollo Sostenible	18
Figura 2.3 Línea de tiempo evolución del concepto de Desarrollo Sostenible	19
Figura 2.4 Participación Sectorial Emisiones GEI Año 2014	21
Figura 2.5 Metas al año 2030 para la implementación de los ODS en Colombia	27
Figura 2.6 Avances en metas ODS en Colombia 2009 a 2017	28

Figura 2.7 Estrategia de Implementación de los ODS	30
Figura 2.8 Estrategia de Consolidación de Colombia en la OCDE	31
Figura 2.9 Sectores priorizados para implantación de programas de vivienda	34
Figura 2.10 Indicadores de Resultado Política “Techo Digno Para Todos”	35
Figura 2.11 Proyectos del Programa “Techo Propio”	35
Figura 2.12 Imagen del diseño de Tierra Viva	37
Figura 2.13 Construcción con paneles de aislamiento térmico de PVC	40
Figura 6.14 Etapas del ciclo de vida de los materiales	47
Figura 7.15 Fachada Principal de la propuesta de Vivienda Sostenible de Interés Social	54
Figura 7.16 Ingreso de información básica de Software EDGE	62
Figura 7.17 Ingreso de información del edificio en Software EDGE	63
Figura 7.18 Cumplimiento de la Norma EDGE en materia de energía	65
Figura 7.19 Cumplimiento de la Norma EDGE en materia de consumo de agua	65
Figura 7.20 Cumplimiento de la Norma EDGE relativa a los materiales	66
Figura 7.21 Planta arquitectónica Piso 1	68
Figura 7.22 Planta arquitectónica Piso 2	69
Figura 7.23 Planta Estructural Piso 1	70

Figura 7.24 Fachada Principal 71

Figura 7.25 Planta Transversal 72

Figura 7.26 Planta Longitudinal 73

Figura 7.27 Precios de referencia Certificación EDGE en Colombia 76

Palabras clave

VIS: Vivienda de Interés Social

VISS: Vivienda de Interés Social Sostenible.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ONU: Organismo Internacional cuyas siglas significan Organización de las Naciones Unidas.

Efecto Invernadero: Fenómeno natural que resulta de la necesidad de la atmósfera de absorber y emitir diferentes flujos de calor. Esta radiación contribuye al establecimiento de la temperatura en la superficie terrestre.

GEI: Gases del Efecto Invernadero. Gases que corresponden a los que conforman parte natural de la atmósfera natural y los emitidos por las actividades humanas, cuya presencia contribuyen al efecto invernadero.

CO₂: Dióxido de Carbono. Gas Incoloro compuesto de un átomo de carbono unido con enlaces covalentes dobles a dos átomos de oxígeno.

CH₄: Metano. Gas cuyo origen se encuentra en las fermentaciones producidas por bacterias anaerobias especializadas que se encuentran en zonas pantanosas, cultivos como el arroz y en las emisiones desde el tracto intestinal del ganado. También se produce por los escapes de depósitos naturales y conducciones industriales.

N₂O: Óxido Nitroso. Gas volátil, incoloro que se produce a elevadas temperaturas y presiones en cámaras de combustión.

HFCs: Hidrofluorocarburos. Compuestos químicos orgánicos que contienen átomos de carbono y flúor unidos mediante enlaces covalentes muy fuertes. Estos son empleados como refrigerantes, agentes extintores de incendios, disolventes y para la fabricación de espumas aislantes e incluyen, etc.

SF₆: El Hexafloruro de Azufre o SF₆ es un gas artificial utilizado ampliamente en los equipos eléctricos de alta tensión. Es incoloro, inodoro, no combustible y químicamente muy estable por lo que a temperatura ambiente no reacciona con ninguna otra sustancia.

Gg.: Mil toneladas métricas

Eq.: Equivalente. Esta sigla se utiliza para hacer referencia al CO₂ equivalente o Dióxido de Carbono Equivalente que corresponde a una medida utilizada para determinar el impacto en el calentamiento global, también conocido como huella de carbono.

1. Introducción

En los últimos años, se ha vuelto evidente la problemática ambiental a la que se enfrenta la humanidad; esta situación se debe en gran medida al crecimiento desbordado de la economía, la cual ha traído consigo un aumento acelerado del sector industrial y de los proyectos de construcción de viviendas. Junto a este crecimiento, es inevitable considerar un aumento en la contaminación que generan todos los procesos de construcción, uso y mantenimiento de las industrias y viviendas, teniendo en cuenta que el impacto en la naturaleza no se convierte en una de las prioridades cuando de crecimiento económico se trata, generando un desequilibrio ecológico que tiene altos impactos para la calidad de vida de los seres humanos y la sostenibilidad de los recursos naturales de los cuales se sirven. (Fuentes, 2013)

Considerando así los altos impactos generados al medio ambiente y sus recursos con el crecimiento de la economía, surge también el concepto de sostenibilidad, el cual busca un equilibrio entre las necesidades a satisfacer y el impacto ecológico generado, cumpliendo con los requerimientos o necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar de la sociedad.

El sector de la construcción no puede ser ajeno a este concepto, mostrando una nueva tendencia hacia la sostenibilidad y conservación del medio ambiente. El impacto ambiental generado por las construcciones, ha exigido que la ciencia se apropie de la tecnología de los materiales inmersos y de los modelos de construcción para generar obras que vayan en pro a la conservación y sostenibilidad del ecosistema.

El presente proyecto de grado está enmarcado dentro de la construcción de Vivienda de Interés Social (VIS), por lo que resulta importante conocer el contexto político colombiano con respecto a este tema para poder comprender el estado actual y el impacto que busca generar la propuesta planteada.

El gobierno colombiano liderado por el expresidente Juan Manuel Santos en su mandato de (2010-2018) implementó su proyecto de vivienda de interés social, con la intención de generar “alternativas verdes” dentro de la construcción de las mismas, pero en realidad se utilizaron métodos convencionales para su desarrollo. Por su parte, las políticas del presidente Iván Duque, cuyo gobierno inició en el año 2018 y se proyecta hasta el año 2021, se plantean 6 premisas fundamentales con respecto a la vivienda de interés social:

- Iniciación de 1.040.000 viviendas nuevas
- Aumento del indicador de cartera hipotecaria al 8,5% del PIB
- Lograr que 200.000 familias se beneficien con Semillero de Propietarios, programa de arrendamiento con opción de compra, que lleva de la mano a las familias más vulnerables para convertirlas en propietarios
- Habilitación de 16.000 hectáreas de suelo para la construcción de viviendas
- Actualización de 150 planes de ordenamiento territorial
- Intervención para mejora integral de 600.000 casas durante el cuatrienio (programa Casa Digna Vida Digna).¹

¹ Tomado de www.dinero.com (2018)

Sin embargo los Planes Nacionales de Desarrollo de los dos gobiernos establecen como acciones relevantes las encaminadas al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establecidos por la ONU.

La observación del contexto mundial y nacional descrito en detalle en el capítulo de antecedentes, permite establecer como una necesidad la formulación de una propuesta que busque incluir la mínima afectación al medio ambiente en la construcción de viviendas de interés social, lo cual constituye la razón de ser de este proyecto.

El presente documento se desarrolla como trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil en la Universidad de la Costa y se estructura de la siguiente manera: en primer lugar se presentan los antecedentes, los cuáles se desarrollan teniendo en cuenta el contexto colombiano en cuanto a vivienda interés social y el concepto de desarrollo sostenible, el cual es el eje central de la propuesta, buscando una aproximación al desarrollo de los objetivos que orientan este trabajo; seguidos de la descripción de la metodología utilizada para el alcance de los mismos.

Posteriormente se presenta la propuesta diseñada para la construcción de vivienda de interés social, elaborada teniendo en cuenta el uso de materiales y modelos de construcción que minimicen el impacto ambiental generado, acompañado del presupuesto asociado a la misma.

2. Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo de grado se toman como marco de referencia dos temas fundamentales: el concepto de Desarrollo Sostenible, enmarcado principalmente en lo establecido por la ONU y el contexto político colombiano en cuanto a la construcción de vivienda social de los últimos dos gobiernos del país, tomados principalmente de los planes de desarrollo de los mismos.

El concepto de desarrollo sostenible fue expuesto inicialmente en 1987 en el hoy conocido como “Informe Brundtland”, este informe desarrollado por diversos países para la ONU en el marco de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) creada por este organismo, revisa y contrasta la postura del desarrollo económico actual con el de la sostenibilidad ambiental, con el propósito de estudiar y de ser necesario replantear las políticas de desarrollo económico teniendo en cuenta el costo ambiental del mismo. El informe fue liderado en su momento por quien en ese entonces se desempeñaba como primera ministra de Noruega, la Doctora Gro Harlem Brundtland.

El Informe Brundtland se tituló originalmente “Nuestro Futuro Común” y en el mismo se ponía en evidencia que el actual desarrollo social y económico de la época estaba implicando un alto costo medioambiental, con daños severos e irreparables que causarían efectos adversos y negativos, especialmente a las generaciones futuras, definiendo como Desarrollo Sostenible a aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Con el nacimiento de esta definición, se cuestionó formalmente las implicaciones que el desarrollo económico estaba presentando, proponiendo que al mismo se unan equitativamente la

dimensión social y medioambiental. Esta inclusión busca que se garantice que el crecimiento económico de las naciones no implique un deterioro en los aspectos social y medioambiental de las mismas. El siguiente gráfico busca describir precisamente el equilibrio que propone el concepto.

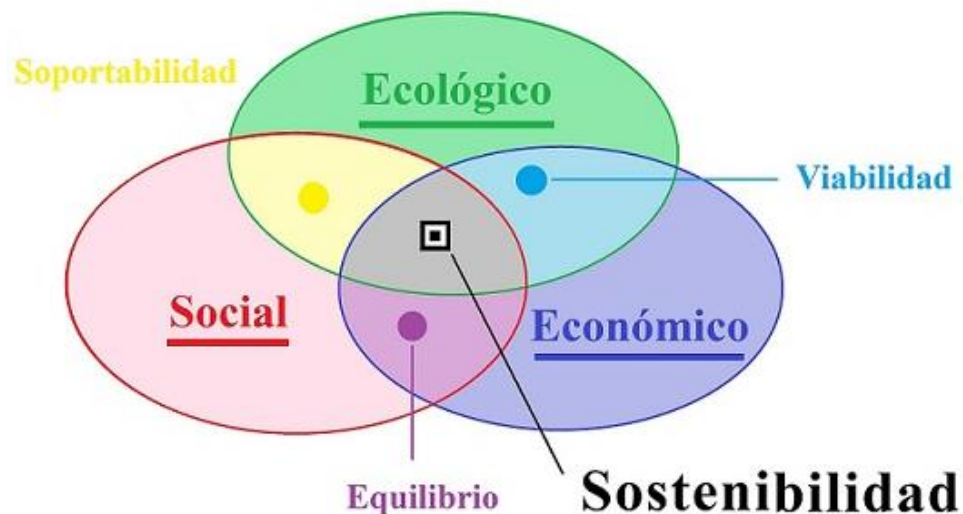


Figura 1. Dimensiones del Desarrollo Sostenible

Nota: Tomado de Revista Digital Gazeta.

Más adelante en 1992, se desarrolla en Rio de Janeiro, Brasil la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocida también como Segunda Cumbre de la Tierra, en la cual a través de la llamada “Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el desarrollo” se buscó sentar las bases para la protección del medio ambiente como parte importante del proceso de desarrollo económico de la sociedad, propiciando que los gobiernos desarrollen las legislaciones necesarias para asegurar el cuidado y la reparación medioambiental.

Este mismo año se publicó el libro “Cambiando el rumbo” por parte del Consejo Mundial para el Desarrollo Sostenible, asociación mundial de más de 200 empresas que trabajan para promover el desarrollo empresarial, apalancado en el desarrollo sostenible de las industrias, enfocándose en sensibilizar al sector en la necesidad de un cambio sostenible, promocionar e intercambiar el conocimiento en mejores prácticas y hacer del desarrollo sostenible una preocupación mundial, con el respaldo de grandes compañías y organizaciones a nivel mundial.

Esta publicación tuvo un gran impacto a nivel empresarial, generando que esta preocupación por el ya conocido Desarrollo Sostenible no fuera exclusiva de las entidades gubernamentales, sino que se convirtiera también en una prioridad de las compañías a nivel mundial. En este libro se hace énfasis en la responsabilidad corporativa que tienen las industrias en la consecución de un desarrollo sostenible, buscando promover la gestión medioambiental en el interior de las organizaciones, involucrando un desarrollo a largo plazo. Adicionalmente, se incluyó la definición de la responsabilidad ambiental de las empresas como el manejo responsable y ético de los productos y los procesos con respecto a la salud, la seguridad y los aspectos ambientales, lo cual convierte a las empresas en partes activamente responsables del desarrollo sostenible de los países.

Posteriormente, en el año 2000, la ONU fija 8 propósitos que debían ser prioridad para los gobiernos del mundo, conocidos como objetivos del Desarrollo del Milenio. Uno de estos, hacia énfasis fundamental en la sostenibilidad del medio ambiente.

Finalmente, en el año 2015, se revisaron estos objetivos para dar lugar a los denominados Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) que buscan minimizar la desigualdad social y vencer el deterioro ambiental.



Figura 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Nota: Tomado del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

Principalmente gracias a los hechos destacados en este recorrido histórico sobre el Desarrollo Sostenible, es posible que actualmente este sea visto como un factor relevante dentro del desarrollo de los planes de gobierno y de las industrias, quienes deberían asumir como su responsabilidad el crecimiento social y económico de un país, garantizando las mínimas afectaciones al medio ambiente, garantizando la capacidad de generación de los recursos para las generaciones futuras. La siguiente es una línea de tiempo que resume los hechos históricos presentados en el documento.

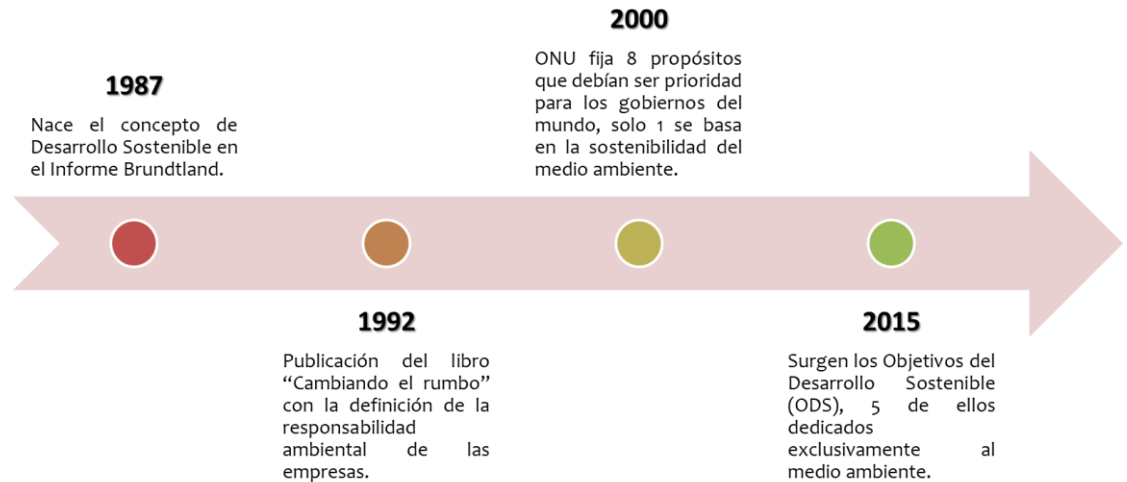


Figura 3. Línea de tiempo evolución del concepto de Desarrollo Sostenible.

Nota: Elaboración Propia.

Gracias a estos hechos, se ha generado a nivel mundial un amplio debate relacionado con el Desarrollo Sostenible, dando origen a nuevos conceptos que buscan enfocar el desarrollo de las naciones, manteniendo el mencionado equilibrio con los recursos naturales. De esta forma, surgió la definición de Sostenibilidad como la capacidad que tiene un sistema para mantenerse funcionando y en equilibrio por largo tiempo, teniendo en cuenta las restricciones ecológicas y los temas socioeconómicos.

Después del contexto expuesto, resulta imposible no reconocer que el desarrollo sostenible busca equilibrar la lucha entre el desarrollo económico de las naciones y el cuidado del medio ambiente, ya que estamos generando afectaciones irreparables de cara hacia el futuro. En este punto resulta claro que *“las decisiones de las generaciones actuales en la forma de producción, consumo y cuidado del ambiente influirán directamente en las posibilidades de producción y consumo de las generaciones futuras.”* (Boada, 2004, p.14)

Teniendo en cuenta el sector en el que se desarrolla el proyecto: construcción, resulta importante incluir dentro de este contexto, información relevante sobre los índices de gases de efecto invernadero (GEI) en Colombia. Según datos obtenidos del segundo Reporte Bienal de Actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que fue emitido en el año 2018, el último año para el cuál se realizó el cálculo del Índice de GEI en Colombia fue el 2014.

En este año, las emisiones totales estimadas de Gases de Efecto Invernadero fueron de 236.973Gg de CO₂eq, de los cuáles el 70.5% corresponde a CO₂, el 19.0% a CH₄, el 9.6% a N₂O, el 0.8% a HFCs y el 0.1% a SF₆. Por su parte, las absorciones de CO₂ estimadas fueron de -22.659Gg de CO₂eq., lo que deja como balance para este año una emisión neta de 214.315Gg de CO₂eq. en el país.²

En la siguiente gráfica se presenta la distribución porcentual de estas emisiones por sector en el año 2014, donde se puede evidenciar que del total de emisiones de GEI, el primer lugar lo ocupa los *AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)*, con un 55% y en segundo lugar, el 36% se da dentro del sector de la energía, dentro del cual el 6% corresponde específicamente a la subcategoría de industrias manufactureras y sector de construcción, convirtiéndola en una categoría relevante.

² Reporte Bienal de Actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2018.

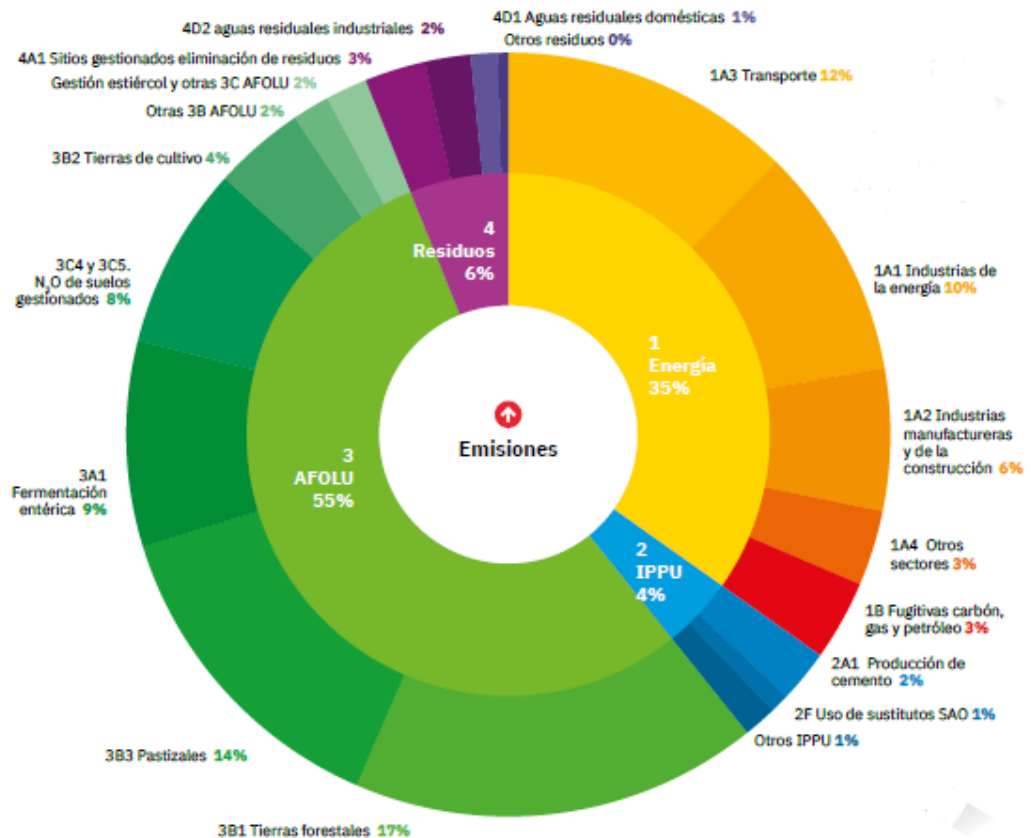


Figura 4. Participación Sectorial Emisiones GEI Año 2014.

Nota: Tomado de Reporte Bienal de Actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2018.

A continuación se presentan las cifras puntuales del sector de construcción de acuerdo al IGEEI del año 2014. Es importante tener en cuenta que las emisiones de este sector deben ser compensadas por absorciones en otras categorías, pues en sí misma no se pueden presentar absorciones que compensen los gases emitidos.

Dentro del sector construcción, las emisiones directas se concentran principalmente en CO₂ y N₂O para un total de 303 mil toneladas métricas (Gg), a lo que se debe adicionar otros gases reactivos como óxido nítrico, dióxido nítrico, dióxido de azufre, entre otros (Ver Tabla 1).

Estos gases son principalmente inodoros pero al entrar en contacto con el aire y la humedad, causan reacciones que inducen principalmente a fenómenos como la lluvia ácida como es el caso del dióxido de azufre, que además es asociado a diferentes tipos de afecciones al ser humano como enfermedades respiratorias, alteraciones psíquicas, insuficiencias cardíacas y circulatorias, entre otras.

Aproximadamente el 40 % de las materias primas del mundo son destinadas a la construcción, así como el 17 % del agua potable y el 25 % de la madera cultivada. Adicionalmente, el consumo de energía eléctrica para el sector es de alrededor de 1/3 del total mundial, incluyendo la obtención de los materiales, el uso de las construcciones y la disposición final de los residuos de las obras. Por lo tanto, la construcción es asociada a 1/3 de las emisiones de CO₂ relacionadas con el uso de energía en el mundo, lo cual convierte al sector en uno de los mayores generadores de gases de efecto invernadero. Asimismo, se considera que el sector produce el 30 % de los residuos sólidos mundiales, los cuáles se han triplicado en las últimas décadas. (Acevedo, Vásquez & Ramírez, 2012).

Tabla 1.

Emisiones y absorciones de GEI año 2014.

Categorías de fuente y sumideros	GEI DIRECTOS - Gg CO2 Equivalente													GEI INDIRECTOS - Gg de cada gas				
	Absorciones	Emisiones												Emisiones Netas	Emisiones			
	CO2	CO2	CH4	N2O	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	PFC	SF6	Total Emisiones		NOX	CO	COVDM	SO2
1. Energía	NA	72.538	8.715	1.257	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	82.510	82.510	2.273	2.671	2.642	9
1A2k. Construcción	NA	303	3, E -01	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	303	303	2	3, E-01	1, E-01	1, E-02

Nota: Elaboración propia basada en el Reporte Bienal de Actualización de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2018.

Teniendo en cuenta las cifras expuestas anteriormente, es posible afirmar que al presentarse un crecimiento en el sector de la construcción en el mundo, si este no es controlado para desarrollarse alineado a los objetivos de desarrollo sostenible, se continuará con un crecimiento exponencial en las emisiones y demás contaminación generada. Por tanto, es imprescindible que la ingeniería evolucione buscando que se minimicen los impactos por parte del sector, constituyendo así el principal reto de la construcción.

Después de revisar conceptos e información relevante sobre el contexto mundial en términos de desarrollo sostenible y el impacto medioambiental del sector de la construcción, es importante para el desarrollo de los antecedentes del presente proyecto, conocer el contexto colombiano en estas concepciones y en términos de la construcción de vivienda de interés social.

De acuerdo al artículo 3 de la ley 99 de 1993 por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones, se establece que “Se entiende por desarrollo sostenible el que conduzca al crecimiento económico, a la elevación de la calidad de la vida y al bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades.”³

La inclusión de este concepto en conjunto con la creación de un Ministerio de Medio Ambiente, dan signos de una voluntad política que busca alinearse a la tendencia mundial de

³ Ley 99 de 1993 del Congreso de Colombia.

búsqueda del desarrollo sostenible y que se podría decir que oficialmente data de 1993, fecha de expedición de la ley.

Asimismo, el concepto de vivienda de interés social (VIS), que de acuerdo al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio en Colombia, se establece como un espacio que debe reunir elementos que aseguren su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción con un valor máximo de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 smlv), se puede considerar como un interés del país por promover la construcción de viviendas a bajo costo, que garanticen la calidad de vida de los colombianos.

Sin embargo, buscando un contexto de mayor actualidad, es importante remitirse al plan de desarrollo del gobierno de Juan Manuel Santos, desarrollado en dos períodos electorales colombianos (entre el 2010 y el 2018), el cual buscaba en especial en sus últimos 4 años de mandato, la construcción de más de 850.000 viviendas de interés social, cofinanciando por parte del gobierno 450.000 de estas, además de formular una política Nacional de Construcción y Urbanismo Sostenible.

Es importante destacar que el Plan Nacional de Desarrollo del ex presidente Santos, no solo buscaba la construcción de VIS sino además implementar una política de Construcción que buscara minimizar los impactos generados sobre el medio ambiente y sus recursos naturales, minimizando las afectaciones causadas por procesos de construcción inadecuados en cuanto a su planeación y diseño.

El consejo nacional de Política Económica y Social (CONPES) que fue creado por la ley 19 de 1958, es la máxima autoridad nacional de planeación y se comporta como asesor del

gobierno en los aspectos relacionados con el desarrollo económico y social del país. Esta entidad es la encargada de revisar el plan de desarrollo antes de que este sea incluido en el presupuesto general de la nación y además recibe el informe anual de todos los alcances del plan.

En el 2018, el gobierno de Juan Manuel Santos, en el informe CONPES buscó establecer las que debían ser las metas para garantizar el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), a través de 16 apuestas contempladas en el documento CONPES 3918 (Ver Figura 6). De acuerdo al director del Departamento Nacional de Planeación de la época, Luis Fernando Mejía, *"Si Colombia logra cumplir a 2030 estas metas, el país será más equitativo, la pobreza será menor, sus habitantes tendrán mayores ingresos, salud, educación de calidad y acceso a mejores servicios. Es una propuesta simple pero ambiciosa: sumar a los retos sociales un crecimiento incluyente y sostenible como resultado de una paz estable y duradera"*.

La aprobación de este documento generó la llamada “Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia” y establece un esquema de seguimiento que permite establecer resultados cuantificables y las instituciones responsables de cada actividad, lo que busca impulsar el avance del país en cada uno de los objetivos.

CONPES (ODS) OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

16 METAS TRAZADORAS



Figura 5. Metas al año 2030 para la implementación de los ODS en Colombia

Nota: Tomado del Departamento Nacional de Planeación 2018.

En este documento, también se presentó un resumen de los logros obtenidos por el gobierno entre los años 2009 a 2017, enmarcado en cada una de las 16 metas establecidas, los cuales se resumen en la siguiente gráfica.

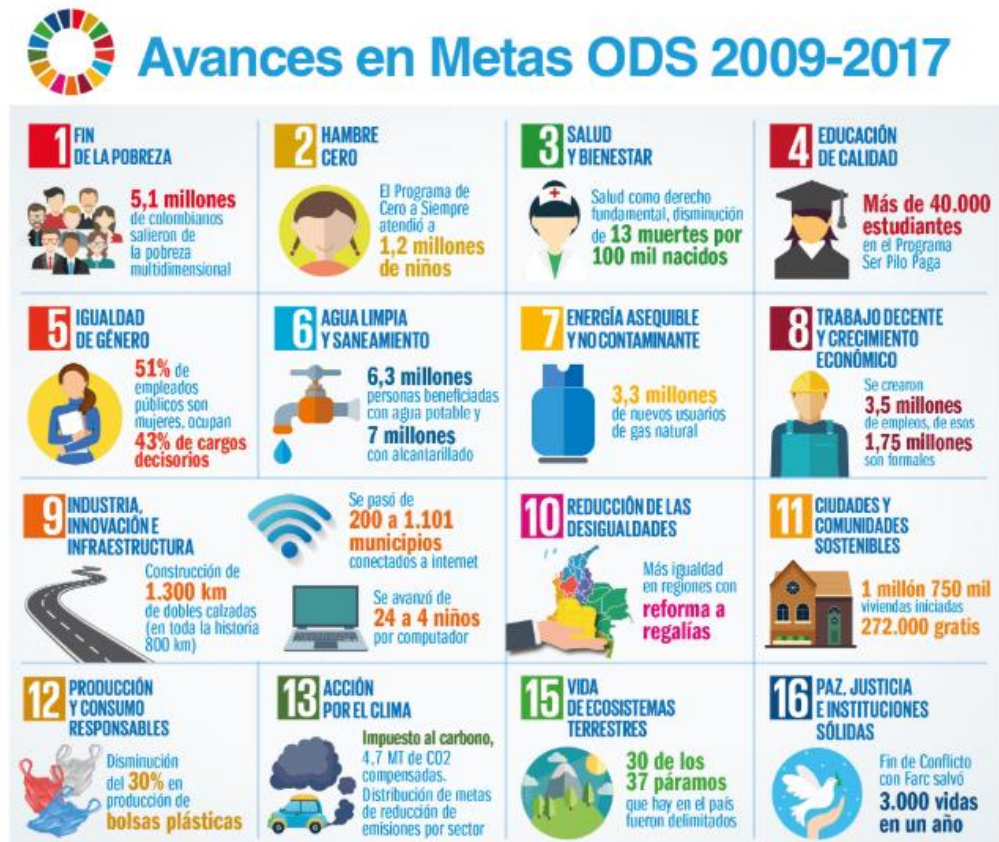


Figura 6. Avances en metas ODS en Colombia 2009 a 2017

Nota: Tomado del Departamento Nacional de Planeación, 2018.

Posteriormente, el gobierno de Iván Duque, presidente actual de Colombia, cuyo período de mandato comenzó a mediados del 2018, planteó una serie de objetivos buscando un crecimiento del 4.5% del sector constructor colombiano a través de 6 premisas fundamentales:

- Iniciación de 1.040.000 viviendas nuevas
- Aumento del indicador de cartera hipotecaria al 8,5% del PIB

- Lograr que 200.000 familias se beneficien con Semillero de Propietarios, programa de arrendamiento con opción de compra, que lleva de la mano a las familias más vulnerables para convertirlas en propietarios
- Habilitación de 16.000 hectáreas de suelo para la construcción de viviendas
- Actualización de 150 planes de ordenamiento territorial
- Intervención para mejora integral de 600.000 casas durante el cuatrienio (programa Casa Digna Vida Digna).⁴

Dentro del Plan de Desarrollo (PND) de Gobierno actual, se presenta como base la “ecuación básica de gobierno”, donde se conjugan sus principales componentes: Legalidad+ Emprendimiento =Equidad. El gobierno busca establecer este PND como un pacto por la equidad que busca alcanzar la inclusión social y productiva, a través del Emprendimiento y la Legalidad.

Las metas establecidas en cada uno de los apartes del PND 2018 – 2022 se relaciona con cada uno de los ODS establecidos por la ONU, buscando garantizar el cumplimiento de los mismos en cada una de las actividades planteadas.

Dentro de las líneas del Plan de Desarrollo se contempló la Agenda 2030 (ODS), incorporando las 16 metas trazadoras como la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad.

⁴ Tomado de www.dinero.com (2018)

Lo anterior teniendo en cuenta que la estrategia de implementación de los ODS debe ser alineada por los PND de los 4 períodos de gobierno que impactaran en las metas establecidas a 2030, lo cual se observa esquemáticamente en la siguiente figura.



Figura 7. Estrategia de Implementación de los ODS

Nota: Tomado del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2022.

Adicionalmente el actual PND busca la consolidación de Colombia en la OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos teniendo en cuenta que se considera que esto traerá como beneficio buenas prácticas internacionales en la formulación de políticas públicas que incluyen el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

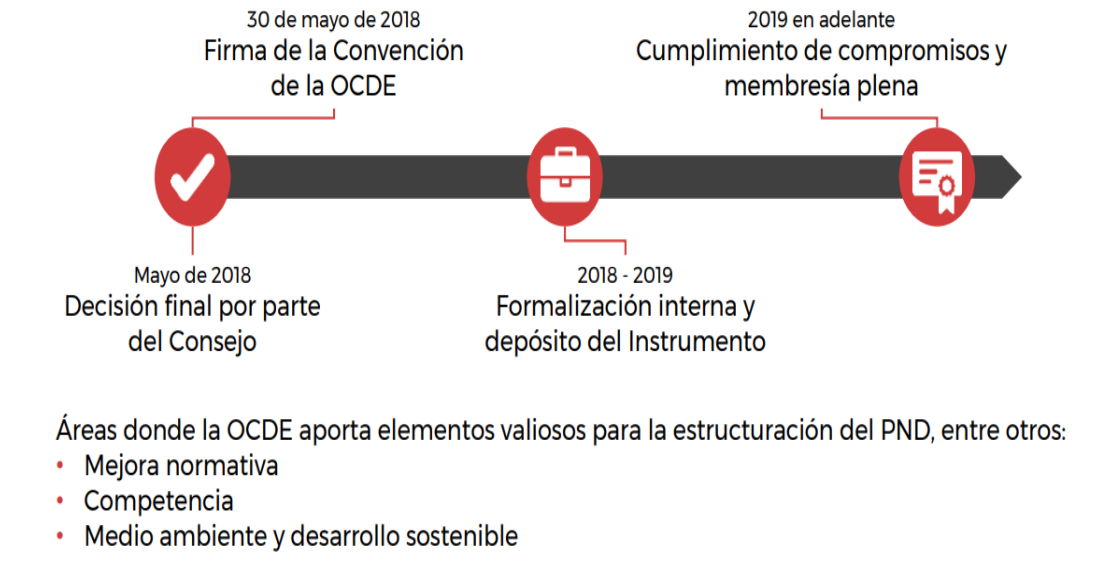


Figura 8. Estrategia de Consolidación de Colombia en la OCDE

Nota: Tomado del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022

La anterior información permite evidenciar que en el país existe un por hacer del concepto de Desarrollo Sostenible una premisa importante, priorizando la atención que se presta a la sostenibilidad, como factor clave y esencial en el desarrollo de las naciones.

Adentrándonos en la vivienda de interés social en Colombia, es importante partir del hecho que de acuerdo a los registros de la superintendencia de Notariado y Registro, en el primer cuatrimestre del 2018, se registraron en las Notarías 16.672 Viviendas de Interés Social (VIS), cifra que presenta un pequeño incremento comparándola con el mismo período en 2017 cuando fue de 15.065.

De acuerdo a estos registros, Bogotá es la ciudad donde más se presenta VIS con 5.542, seguida del departamento del Valle del Cauca con 2.546, Antioquia con 2.142, Cundinamarca con 1.130 y Atlántico con 664.

Particularmente, en la ciudad de Barranquilla, se puede considerar que la inversión en viviendas de interés social ha cobrado mayor importancia dado que en las dos últimas administraciones (2008 – 2011 y 2012 – 2015) se ha logrado que la ciudad sea tenida en cuenta en los distintos programas de construcción de vivienda de interés prioritario y de interés social del gobierno nacional, con lo cual se ha reducido sensiblemente el déficit habitacional de la ciudad.

Entre el 2009 y el 2015, se han construido en Barranquilla 7.128 Viviendas de Interés Prioritario (VIP), de las cuales 6.312, fueron entregadas gratis a la población en situación de desplazamiento y damnificada, y el resto a población formal e informal de bajos recursos, lo cual representó un incremento de crecimiento en la vivienda de estrato uno, garantizando a estos sectores una vivienda digna.

A pesar de lo anterior, la administración distrital actual considera que aún hay oportunidades para mejorar en este campo y por ello mantiene su preocupación por generar más viviendas para los habitantes de la ciudad, promoviendo dentro de su plan de desarrollo la vivienda de interés social, teniendo en cuenta el desarrollo de diferentes soluciones habitacionales desde la vivienda gratuita hasta la vivienda financiada con apoyo estatal y con tasas de interés prioritario, dentro de la capacidad de cada beneficiado.

Dentro del artículo 59 del plan de desarrollo para los años 2016 a 2019 de la alcaldía distrital actual, se presenta la política “Techo Digno para todos”. Con esta política, la administración busca promover el acceso a la vivienda digna mediante la asignación de subsidios de vivienda nueva en proyectos de Viviendas de Interés Prioritarios VIP y Viviendas de Interés Social VIS. Además de otro programa como la titulación de predios, el Mejoramiento de Vivienda, e igualmente articular el beneficio habitacional con el entorno, mediante el Programa

“Mejora tu Barrio” y el acompañamiento social a las familias que sean beneficiadas por estos programas.

Para la implementación de esta política, la alcaldía ha generado un esquema de asignación de cada uno de los programas descritos, teniendo en cuenta las necesidades relevantes en cada uno de los sectores de la ciudad. (Ver Figura 10)

Para el cumplimiento de la política, la alcaldía distrital se fundamenta en las siguientes estrategias:

- Generar la Institucionalidad necesaria para la planificación, gestión y ejecución de los programas de vivienda.
- Gestionar los subsidios familiares de vivienda ante el gobierno nacional, para la ejecución de los programas de vivienda.
- Promover la ejecución Planes Parciales para la disponibilidad de suelo dirigido a la construcción de Programas de Vivienda.
- Identificar los predios de propiedad del Distrito ocupados ilegalmente con viviendas de interés social para proceder a su titulación.
- Gestionar los recursos para adquirir los predios de propiedad de particulares que se encuentren invadidos con viviendas de interés social, para ser titulados. Articular la acción de los diversos actores públicos, privados y comunitarios para llevar la legalización de Barrios.

-

Nota: Tomado del Plan de Desarrollo 2016–2019, Alcaldía Distrital de Barranquilla

⁵ Tomado de: Plan de Desarrollo 2016 – 2019, alcaldía distrital de Barranquilla.

La efectividad de estas estrategias será medida a través de unos indicadores de resultados que se establecieron como meta de este gobierno local para todos los programas contemplados dentro de la política “Techo Digno Para Todos”

INDICADORES DE RESULTADO

INDICADOR	LINEA BASE	META	RESPONSABLE
Déficit cuantitativo de vivienda	15.2%	10.3%	Secretaría de Planeación – Oficina de Hábitat
Déficit cualitativo de vivienda	12.3%	4.5%	Secretaría de Planeación – Oficina de Hábitat
Porcentaje de incremento predios titulados	0	50%	Secretaría de Planeación – Oficina de Hábitat

Figura 10. Indicadores de Resultado Política “Techo Digno Para Todos”.

Nota: Tomado del Plan de Desarrollo 2016 – 2019, Alcaldía Distrital de Barranquilla.

Puntualmente en temas de vivienda de interés social, la meta establecida es la entrega de 9.000 viviendas nuevas en la ciudad de Barranquilla.

PROYECTO	INDICADOR DE PRODUCTO	LINEA BASE	META	RESPONSABLE
Nueva Vivienda de interés Social	Número de Unidades Nuevas V.I.S.	10.328	9.000 nuevas viviendas	Secretaría de Planeación Oficina de Hábitat

PARÁGRAFO: Hacen parte integral del Programa Casa para todos: el Acuerdo No. 018 de Diciembre 9 de 2010: “ Por medio del cual se conceden facultades al Alcalde Distrital para asignar subsidios Territoriales para vivienda en el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla” y el Acuerdo No. 003 de Marzo 15 de 2016: “ Por medio del cual se conceden facultades al Señor Alcalde del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla, para otorgar subsidios para compra y/o mejoramiento de vivienda y compra de predios para titulación de vivienda a la población vulnerable”

Figura 11. Proyectos del Programa “Techo Propio”.

Nota: Tomado del Plan de Desarrollo 2016 – 2019, Alcaldía Distrital de Barranquilla.

Para finalizar este contexto, surge la importancia de revisar algunos de los principales proyectos de vivienda de interés social en el país, que han tenido en cuenta el desarrollo sostenible, como casos de éxito que puedan servir de referencia al momento de incorporar algunos conceptos en la propuesta.

En Manizales, se encuentra en proceso de construcción, lo que es considerado un hito en construcción de vivienda de interés social en Colombia, la “Biociudadela Tierra Viva”. Este es un complejo urbanístico amigable con el medio ambiente que busca ofrecer a sus habitantes una zona campestre, basada en la sostenibilidad y la protección de la biodiversidad.

Desde su diseño, que inició en el 2012 y contó con un equipo compuesto principalmente por ingenieros ambientales e incorporó más de 20 estudios, de los que 13 eran dedicados exclusivamente a temas de desarrollo sostenible, la propuesta de “Tierra Viva” buscó que la sostenibilidad, fuera el componente principal del proyecto.

Uno de los atributos más contundentes de este proyecto es la dedicación de cerca del 70% del terreno para la plantación de bosques y zonas verdes, que buscan un impacto positivo generando aumento de la masa boscosa y la biodiversidad. Adicionalmente el complejo tiene otros atributos como el escalonamiento de altura de las edificaciones, reglamentación de control de ruido, diseño especial de iluminación diseñado para favorecer las aves y una casa de cultura ambiental, entre otros.

En el desarrollo del proceso de construcción, se encuentran incluidas varias prácticas de construcción sostenible, que alineadas con el diseño final buscan minimizar el impacto ambiental causado por el complejo. Dentro del diseño se incluye un sistema de iluminación ahorrador de energía, grifos de bajo flujo y lozas reforzadas de concreto para pisos, techos y paredes, dado que

estas requieren menos energía en su proceso de fabricación. Adicionalmente, implica doble depósito de basuras para facilitar su clasificación y es complementado con una separación de aguas residuales de las aguas lluvias, con dos sistemas de alcantarillado para que las aguas limpias vuelvan a sus cauces naturales.



Figura 12. Imagen del diseño de Tierra Viva

Nota: Tomado de la Página Web de CFC&A Construcciones

Con respecto a las vías, el diseño incluye una avenida que se proyecta a ser la más ancha de Manizales (aproximadamente 45 m de ancho), buscando ofrecer una fluida circulación de vehículos, bicicletas y peatones, mitigando el ruido. En el desarrollo técnico del diseño de esta ciudadela se estableció que se necesitaban 880 árboles nuevos para compensar el CO₂ de los vehículos circulantes por “Tierra Viva”, sin embargo se sembrarán un total de 20.000 para compensar 20 veces la huella de carbono.

Este proyecto aún se encuentra en construcción, pero desde su diseño, refleja el interés y preocupación de las constructoras en involucrar modelos de construcción sostenible dentro del desarrollo de los proyectos de construcción de vivienda de interés social, donde en épocas anteriores, se consideraba imposible acceder a viviendas ecológicamente sostenibles.

Proyectos como este nacen principalmente al interior de instituciones educativas, por lo que la Fundación Mario Santodomingo y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, han establecido un programa denominado “Premio Nacional a la Vivienda de Interés Social Sostenible” cuyo objetivo es motivar a los estudiantes de pregrado y postgrado en Colombia a desarrollar tesis de grado sobre la sostenibilidad aplicada a la vivienda social.

De la tercera edición de este programa, es posible destacar el primer y segundo premio en categoría vivienda.

En el primer premio, otorgado a dos arquitectos, egresados de la Universidad Piloto de Colombia, por su propuesta presentada bajo el nombre de “Modelo de asentamiento rural integral sostenible en los Llanos Orientales: Caso Yopal, Casanare”, se destaca el uso del bloque estructural de concreto celular, compuesto de ceniza de carbón mineral, aserrín, cascarilla de arroz, cal viva, cemento gris y agua; además la vivienda ofrece tres modelos: un modelo semilla de 37m², un modelo estándar de 77m² y un modelo más extenso de 110m², que puede albergar hasta seis personas. El diseño arquitectónico que proponen es sencillo y busca ser un sistema constructivo muy fácil de ejecutar para que los mismos campesinos pueden construir su vivienda por medio de una cartilla de autoconstrucción. En la propuesta también se destaca el diseño sostenible de los sistemas y recursos técnicos que apoyan la actividad de los habitantes, en aspectos como la producción de gas, el manejo de aguas y el tratamiento de desechos.

En el segundo premio de esta categoría, una arquitecta egresada de la Universidad Católica de Colombia, con su tesis de pregrado “Genética Habitacional” nace con el barrio Bella Vista, en la Comuna IV de la Ciudadela Sucre, en Soacha, como punto de partida.

La propuesta global plantea 20 tipologías distintas de vivienda que reconocen las características y necesidades de sus futuros habitantes con casas que pueden expandirse y evolucionar con sus residentes, buscando flexibilidad en sus espacios y reconociendo la realidad económica de cada familia y su composición. En esta zona, los predios son alargados y angostos por lo que se plantea una tipología de barra para su construcción que permite el aprovechamiento total del espacio. Inspirada en lo que la autora de la propuesta llama “la genética en el hábitat”, identifica cuatro conceptos que serán determinantes en el desarrollo de su proyecto habitacional.: El de lo progresivo, comprendiendo su espacialidad; lo vernáculo, con dinámicas de construcción y materialidad; lo productivo, identificando las actividades e ingresos que pueda generar la vivienda; y lo flexible, vislumbrando su crecimiento en el tiempo.

A pesar de estas iniciativas, la certificación de la primera Vivienda de Interés Social Sostenible (VISS), otorgada por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, data apenas del año 2017. Esta certificación fue otorgada a una vivienda, producto de la unificación de esfuerzos de varias empresas, que fue edificada con paneles modulares de PVC livianos, fáciles de transportar y armar, llenos de poliuretano como material termo aislante para ofrecer confort térmico a quienes la habiten.

La certificación se obtiene si el proyecto muestra uso eficiente de los recursos (agua, energía y materiales) y en esta vivienda se demostró un ahorro del 42% en el consumo de energía y 1/3 de tonelada de CO₂, comparada con un modelo de construcción tradicional.



Figura 13. Construcción con paneles de aislamiento térmico de PVC.

Nota: Tomado de la Página Web Revista Catorce6.

El elemento principal de construcción de esta vivienda que son los paneles de aislamiento térmico de PVC rellenos con poliuretano, tienen entre otras las siguientes ventajas:

- Eficiencia energética pues gracias al confort térmico, se elimina la necesidad de consumo de energía a través de aire acondicionado o calefacción.
- La vivienda no requiere de acabados adicionales, enchapes o pintura.
- Ahorro de un 100% en el consumo de agua ya que la construcción puede realizarse en seco.
- Los tiempos de construcción son significativamente menores, reduciendo gasto de energía y recursos.
- Disminución en la generación de residuos.

3. Planteamiento del problema

De acuerdo al contexto establecido en el desarrollo del presente trabajo, es posible afirmar que se evidencia una tendencia global que busca promover el interés en la sostenibilidad, impulsada principalmente por la ONU. Colombia no ha sido ajeno a este interés de alinear sus planes de desarrollo y con esto su industria, a procesos más responsables social y ecológicamente, prueba de esto la inclusión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la agenda de desarrollo del país hasta el año 2030.

Haciendo un recorrido por las principales propuestas de Vivienda de Interés Social Sostenible, es evidente que estas se han desarrollado al interior del país. A pesar que el plan de desarrollo de Barranquilla presenta evidencia de interés en el desarrollo de la vivienda VIS para favorecer las condiciones de las personas con mayor dificultad para acceder a un hábitat en condiciones dignas, se ha dejado de lado el componente del desarrollo sostenible que debe estar inmerso en este proceso.

Conjugando los contextos planteados, surge la necesidad de plantear un diseño civil – arquitectónico y selección de materiales requeridos para la construcción de una vivienda de interés social sostenible para la ciudad de Barranquilla, teniendo en cuenta las principales características de la ciudad.

Esta propuesta busca presentar un mínimo impacto ambiental, a través de sistemas de construcción amigables con el ambiente, basados principalmente en los materiales empleados para su construcción. Teniendo en cuenta que la construcción es una de las actividades industriales que más impacto genera en el medio ambiente debido a su alto consumo de energía, aguas y su alta generación de residuos.

Adicionalmente, el proyecto elaborado busca promover el desarrollo sostenible desde su diseño, tomando en consideración aspectos relacionados con el sistema eléctrico, el sistema hidráulico y las principales características de su construcción para que sus habitantes también generen los mínimos impactos durante el uso de su vivienda.

4. Alcances y limitaciones

El desarrollo de la propuesta se realiza para la ciudad de Barranquilla, Colombia. Sin embargo, puede ser fácilmente extendida o aplicada a ciudades con similares condiciones geográficas y climáticas.

Al ser Barranquilla una ciudad costera, su clima es tropical seco, manteniendo una temperatura promedio de alrededor de los 27°C, destacando épocas de mayor calor donde se han tenido máximos absolutos de 38°C. La ciudad está localizada en el vértice nororiental del departamento del Atlántico, sobre la orilla occidental del río Magdalena, a aproximadamente 15 km de su desembocadura en el mar Caribe. El área urbana de Barranquilla se encuentra sobre un plano ligeramente inclinado cuyas alturas extremas, de acuerdo al Instituto Geográfico Agustín Codazzi, son 4 msnm al oriente y 98 msnm al occidente, sin embargo se pueden identificar algunas lomas de hasta 120 msnm en algunas zonas muy particulares de la ciudad.

Estas características son tenidas en cuenta para el desarrollo de la propuesta planteada, lo cual define con claridad su alcance y también se convierte en su principal limitación debido a que no es fácilmente aplicable a ciudades que presenten un clima frío o bajas temperaturas, pues requerirá de otro tipo de materiales para mejorar las condiciones de confort térmico de la vivienda.

Para la aplicación de la propuesta en territorios que presenten una altura distinta o que cuenten con una amplia presencia de lomas y desniveles, se sugiere complementar el análisis particular de las estructuras que se requieren para soportar la construcción en este tipo de terrenos.

El trabajo de grado plantea una propuesta de diseño de Vivienda de Interés Social Sostenible, su ejecución o puesta en marcha requeriría de la disposición de la alcaldía local para acogerla.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Formular una propuesta de diseño civil y arquitectónico para construcción de viviendas sostenibles de interés social para la ciudad de Barranquilla, utilizando materiales y sistemas de construcción con bajo impacto ambiental.

5.2 Objetivos Específicos

- Definir los sistemas de construcción a implementar para el desarrollo de la propuesta, buscando un mínimo impacto ambiental.
- Elaborar los planos correspondientes a los diseños civil y arquitectónico de la propuesta acorde a los modelos de construcción definidos.
- Desarrollar el presupuesto de la propuesta planteada, estableciendo un comparativo con el modelo de construcción tradicional.
- Evaluar el impacto ambiental de la propuesta planteada, estableciendo las actividades críticas del proyecto.

6. Metodología

El presente trabajo de grado fue desarrollado basándose principalmente en fuentes primarias de información como artículos, libros, revistas, información de entidades gubernamentales, documentos de investigación, entre otras, con el fin de conocer el estado actual del tema en desarrollo en el contexto colombiano y la información disponible acerca de los materiales a utilizar en la propuesta presentada.

La metodología utilizada, teniendo en cuenta la profundidad de la investigación realizada, es mayormente descriptiva, buscando presentar en primer lugar los antecedentes que dieron origen al problema y posteriormente, un análisis de los materiales y sistemas de construcción requeridos para su construcción de la propuesta planteada y los costos asociados al proceso.

Adicionalmente, de acuerdo a la finalidad de la investigación, también se desarrolla la metodología aplicada dado que a través del desarrollo de la propuesta presentada se busca aplicar la investigación realizada en la solución de un problema práctico en forma inmediata.

Inicialmente se consultó información relacionada con el contexto mundial acerca del Desarrollo Sostenible con el fin de conocer el origen de este tema y su avance. Posteriormente se estudió el contexto colombiano, particularmente de los dos últimos gobiernos para conocer cuál es el ambiente sobre el desarrollo sostenible en el país y los avances que se han presentado en esta materia.

Posteriormente se indagó sobre la construcción de vivienda de interés social, las cifras relacionadas y el avance en el tema de construcción sostenible en este sector puntualmente.

Finalmente se investiga sobre materiales y sistemas de construcción sostenibles que dan lugar a la propuesta de diseño civil y arquitectónico planteado, con sus respectivos planos, cálculos estructurales y los materiales y sistemas de construcción requeridos.

Para valorar el impacto ambiental de los materiales se utiliza la metodología del análisis del Ciclo de Vida de los mismos, esta es una herramienta que facilita evaluar cuáles son los impactos ambientales de un producto durante todo su ciclo de vida, contemplando desde su fabricación hasta la disposición de sus desechos, pasando por todas las etapas. En la siguiente gráfica se presentan las etapas contempladas dentro de esta metodología, las cuáles se definen a continuación.

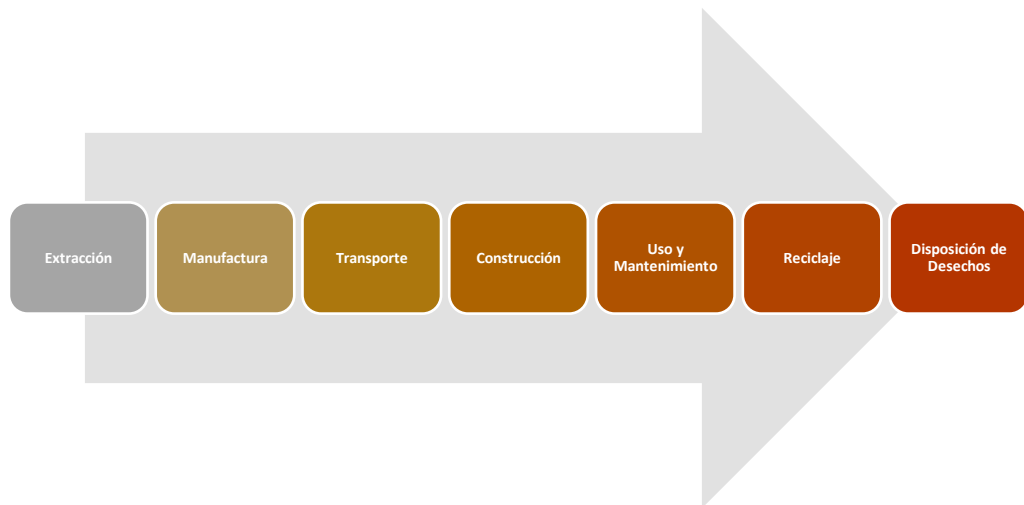


Figura 14. Etapas del ciclo de vida de los materiales.

Nota: Elaboración Propia

Extracción: Esta etapa comprende la explotación y extracción de materias primas requeridas para la elaboración del material. Para su desarrollo, se generan impactos ambientales

en el entorno donde se realice por lo que se recomienda el estudio de la reglamentación existente para su cumplimiento y evaluar los posibles impactos con el fin de mitigarlos.

Manufactura: Esta segunda etapa busca la transformación de la materia prima en productos con las características y calidad deseadas. Normalmente durante su desarrollo se requiere de energía y se genera emisión de gases que pueden contaminar la atmósfera.

Transporte: Esta es la etapa que involucra la movilización y se da durante todo el ciclo de vida de los materiales, pues desde la materia prima extraída hasta el producto final, debe ser transportado. Normalmente esta etapa genera contaminación relacionada con el consumo de combustible, de acuerdo al tipo que sea utilizado, la distancia del recorrido y el medio de transporte que se emplee.

Construcción: Esta etapa corresponde al uso del material específicamente en los procesos constructivos de las edificaciones. Dentro de la misma se dan gastos principalmente energéticos, de consumo de agua y generación de desechos.

Uso y mantenimiento: Una vez finalizada la construcción, se requiere que los materiales utilizados cumplan con algunos requisitos para que el uso y mantenimiento de una edificación facilite su sostenibilidad. Para considerarse sostenibles, se destacan características como durabilidad, fácil mantenimiento, uso de sustancias libres de tóxicos en su limpieza y la capacidad que tengan de ser reutilizables o reciclables.

Reciclaje: Esta es la etapa en la que se busca que los materiales utilizados sean recuperables en sí mismos.

Disposición de desechos: Esta etapa finaliza el ciclo de vida y contempla el momento en el que se requiere hacer disposición final de los desechos generados por un material. Entre menor sea la generación de desechos, menos energía o elementos se requerirán para finalizar el ciclo.

De acuerdo a esta metodología, es claro que si se quiere establecer una propuesta alineada con el concepto de sostenibilidad, se debe seleccionar los materiales y modelos de construcción a utilizar teniendo en cuenta el ciclo de vida completo para minimizar el impacto ambiental a generarse.

Es importante destacar que esta metodología es la que se utiliza por parte del el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial para conceder el ecoetiquetado a productos, bienes o servicios. Este ecoetiquetado consiste en otorgar una etiqueta ecológica que certifica que un producto, bien o servicio tiene un impacto menor sobre el medio ambiente y corresponde a un sistema creado en 1992 por la Unión Europea, debe ser otorgado por un tercero imparcial.

Para validar la sostenibilidad de un diseño se han desarrollado diversas metodologías, dentro de las cuáles, cabe destacar las siguientes, debido al alcance internacional de las mismas:

- EDGE (Excelencia en diseño para una mayor eficiencia, por sus siglas en inglés): es un sistema creado por la Corporación Financiera Internacional, organismo que integra el grupo Banco Mundial, que busca identificar de una forma rápida, los medios más efectivos de reducir energía, agua y recursos en materiales de construcción, enfocándose en la construcción de edificios más eficientes. El sistema EDGE se apalanca en un software de propiedad de la corporación que facilita la identificación de los modelos más

económicos y menos duraderos de construcción de acuerdo a la necesidad planteada. Está presente en 130 países.

- LEED (Liderazgo en diseño energético y ambiental, por sus siglas en inglés): Es un sistema de calificación para edificios verdes, creado por el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos. Este sistema proporciona una evaluación por parte de un tercero que evalúa una edificación partiendo del hecho que el proyecto esté diseñado con estrategias encaminadas a mejorar su desempeño ambiental.

En el territorio nacional, se estableció por parte del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible una certificación denominada “Casa Colombia”. Esta certificación tiene como objetivo facilitar la estructuración de costo eficiente, promoviendo el concepto de sostenibilidad integral y la medición y verificación de indicadores concretos para los nuevos proyectos mobiliarios de vivienda en el país.

La certificación Casa Colombia otorga al constructor el reconocimiento mediante la evaluación integral de varios aspectos dentro de los que se destacan el diseño, el entorno del proyecto, los procesos constructivos, los materiales a utilizar y la responsabilidad social. El proceso requiere del pago de una tarifa para la revisión de la etapa de diseño y otra tarifa correspondiente a la evaluación de la etapa de construcción.

Una vez, se hace el pago de las tarifas, en un tiempo que va de los 10 a 15 días hábiles para cada etapa, los auditores revisan la información y entregan observaciones y sugerencias. Posteriormente, se realiza una visita final del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible al proyecto y en un plazo adicional de 10 a 15 días hábiles, se expide la certificación, en caso de cumplir con los requisitos mínimos.

Considerando las metodologías expuestas para la certificación de proyectos sostenibles, teniendo en cuenta la orientación académica del presente proyecto, en la sección de desarrollo de la propuesta se expone una aproximación del sistema EDGE a través de un software gratuito ofrecido por la Corporación Financiera Internacional a través de su página web.

7. Desarrollo de la propuesta

Dentro del planteamiento de la propuesta de diseño civil y arquitectónico para la construcción de vivienda sostenible con bajo impacto ambiental, es muy importante establecer los sistemas de construcción a través de los cuáles se desarrollaría el mismo. Es clave resaltar que estos sistemas deben estar alineados a la necesidad original que plantea la propuesta, generando mínimos impactos ambientales, en línea con el concepto de desarrollo sostenible establecido previamente.

La propuesta establecida se basa principalmente en dos sistemas de construcción que buscan reducir el impacto ambiental al ser desarrollada.

En primer lugar se encuentra el sistema de construcción en seco, el cual ha venido cobrando importancia en el desarrollo de proyectos de obras civiles, arquitectónicas o remodelaciones. Sus características y diferentes modelos, hacen de este sistema algo innovador y ecológicamente amigable con el ambiente ya que no requiere de conglomerados húmedos, lo cual hace que los proyectos sean limpios, económicos y con menores tiempos de ejecución.

El “*drywall*”, que traduce al español “muro seco” es uno de los sistemas de construcción en seco más utilizados debido a que sus requerimientos son simples como perfiles en aceros livianos de bajo espesor para la construcción de la estructura, que soporta las “paredes falsas” (yeso cartón, Superboard , plycem, entre otros), además de tornillería de diámetros comerciales, cintas para junta de dilatación y estuco para acabado final; lo que hacen de este modelo de construcción algo práctico, ya que las ventajas de utilizar este modelo van desde la disminución de las cargas muertas en los proyectos, hasta la construcción de modelos arquitectónicos complejos sin incurrir en cálculos estructurales ni aumento de los costos de la construcción,

además de generar un menor impacto ambiental viendo este sistema desde cualquier punto de su ciclo de vida, comparándolo con una construcción tradicional.

Por otra parte se encuentra la construcción en acero *Steel Frammin* que se utiliza para la construcción de estructuras portantes en viviendas, entrepisos, cerramientos exteriores y naves industriales, entre otros. La perfilería utilizada en este sistema soporta cargas estructurales pese a ser muy liviana.

Este sistema de construcción básicamente emplea perfiles de acero conformados en frío y galvanizados, reemplazando en un sistema estructural los elementos portantes, asumiendo la responsabilidad de recibir las cargas de las solicitudes del proyecto. Los diseños de este sistema se basan en unir entre si monolíticamente la estructura para formar celdas generalmente rectangulares, sobre las cuales se colocan las distintas planchas que formarán las paredes, el piso o el techo.

Los perfiles más utilizados son en forma de U, aunque también se utilizan perfiles en L, en S y con otras formas. Cada perfil incluye perforaciones en su interior, para permitir el paso de tuberías, cables y elementos estructurales.

Este sistema comparado con el sistema de construcción convencional (concreto), genera un menor impacto ambiental dado que las temperaturas que se utilizan para la fabricación de sus materias primas son menores que las temperaturas requeridas para fabricar el cemento.

Teniendo en cuenta estos sistemas de construcción que buscan minimizar el impacto ambiental generado en la construcción, se establece el siguiente diseño como la propuesta final de diseño civil y arquitectónico para la construcción de vivienda de interés social.



Figura 15. Fachada Principal de la propuesta de Vivienda Sostenible de Interés Social.

Nota: Elaboración Propia.

El diseño presentado cuenta con características que convierten la vivienda de interés social en un espacio habitable con características de sostenibilidad, las cuáles se describen a continuación:

- a) Aprovechamiento de las pendientes de la cubierta para la captación de aguas lluvias: El diseño de las pendientes de la casa tendrán una inclinación de 5% que conectarán con una viga canal diseñada en un sistema hidráulico, conectado a un

tanque subterráneo de almacenamiento, que a su vez estará conectado a un tanque elevado, funcionando a través de bombeo.

- Capacidad del tanque elevado de almacenamiento: 1m³.
- Capacidad del tanque subterráneo: 2.7m³
- Capacidad de descarga de la cubierta: (Cubierta m² = 49m²)
- Capacidad de descarga de la cubierta: (Dependerá de las precipitaciones).

Aproximadamente se calcula la recepción de las precipitaciones en una lámina de agua de 9cm (promedio precipitaciones en el atlántico), con ella se cuenta con (4.41m³), por cada 5.3min, es decir que los tanques de almacenamiento se llenan en 4.45min.

Este diseño se plantea con el objetivo de captar, almacenar y reutilizar las aguas lluvias como sistema hidráulico y sanitario principal de la vivienda para una familia promedio de 4 personas.

- b) Diseño de la ventanera: La ventanera de la vivienda está diseñada para que la recepción de luz natural ocupe un 65% de los metros cuadrados de la casa, disminuyendo así la necesidad de luz eléctrica. Se toma con referencia el ciclo de vida de los materiales en cuanto a su diseño arquitectónico.
- c) Iluminación solar: La cubierta tendrá paneles solares con el objetivo de captar luz solar que será recibida, posteriormente almacenada en baterías para luego ser trasformada para su uso en las necesidades energéticas de la vivienda.

- d) Altura de la vivienda: El diseño cuenta con una altura de 2.45m, con el objetivo de mitigar los impactos de las altas temperatura, pensado especialmente para zonas costeras. La propuesta está compuesta de un primer piso construido y un segundo piso con espacio para crecimiento de acuerdo a consideración del propietario.

- e) Diseño con proyección de crecimiento: El diseño de la vivienda cuenta con un segundo piso disponible que permite a los propietarios realizar la construcción del mismo para ampliar los metros cuadrados habitables, sin afectar las características de autosostenibilidad y diseños arquitectónicos descritos.

Para la construcción de esta propuesta, se incluyen los sistemas de construcción descritos previamente y se realiza una cuidadosa selección de los materiales a utilizar para que se encuentren alineados al concepto de sostenibilidad que se busca mantener. A continuación se enlistan los materiales a utilizar, presentando un cuadro comparativo entre una construcción tradicional y el diseño propio.

Tabla 2

Cuadro comparativo Materiales y Sistemas de Construcción

Item	Construcción de Vivienda de Interes Social Convencional			Construcción de Vivienda de Interes Social Propuesta Diseño		
	Material	Impacto Ambiental	Características	Material	Impacto Ambiental	Características
Zapatas	Concreto reforzado	Alto	- Requiere de concreto reforzado, cuyo principal componente es el cemento, que está compuesto por cal, caliza, arcilla y mineral de hierro (altamente contaminantes). - Requiere de altas temperaturas para su elaboración.	Concreto reforzado	Alto	- Requiere de concreto reforzado, cuyo principal componente es el cemento, que está compuesto por cal, caliza, arcilla y mineral de hierro (altamente contaminantes). - Requiere de altas temperaturas para su elaboración.
Columnas	Concreto reforzado	Alto	- Requiere de concreto reforzado, cuyo principal componente es el cemento, que está compuesto por cal, caliza, arcilla y mineral de hierro (altamente contaminantes). - Requiere de altas temperaturas para su elaboración.	Acero IPE 160	Alto	- Fabricado principalmente con una aleación de hierro y carbono. - Laminado en caliente - Menor peso en la estructura - Comportamiento con mayor ductilidad - Alta flexibilidad
Mampostería	Muro en Ladrillo	Medio	-Elemento Principal: Cemento que está compuesto por cal, caliza, arcilla y mineral de hierro (altamente contaminantes).	Drywall	Bajo	- No requiere conglomerados húmedos - Perfiles en acero liviano de bajo espesor - Contiene Yeso, celulosa y cartón (materiales reciclables)
Loza	Concreto reforzado	Alto	- Requiere de concreto reforzado, cuyo principal componente es el cemento, que está compuesto por cal, caliza, arcilla y mineral de hierro (altamente contaminantes). - Requiere de altas temperaturas para su elaboración.	Plycem	Medio	- Lámina prefabricada en fibrocemento - Posee cemento en menor cantidad
Cubierta	Teja en fibrocemento	Alto	- Contiene asbesto (material con alto impacto ambiental y comprobadas afectaciones a la salud)	Teja termoacústica ligera	Bajo	- Tejas fabricadas en plástico PVC de diferentes espesores (material reciclable)
Ventanería	Ventana en acero	Alto	- Construidas en metal crudo fundido a altas temperatura - La energía requerida supera los 2500°C	Ventana en aluminio	Medio	- Material no ferroso, ligero, con bajos puntos de fusión - Material de uso común
Puertas	Madera cruda	Medio	- Madera no procesada	Puertas Principal	Bajo	- Madera procesada rellena y entambrada - Mezcla con material artificial

Nota: Elaboración Propia.

De la misma forma, se establece una matriz de impacto ambiental del proyecto por cada una de las actividades que se deben desarrollar.

Tabla 3

Matriz Impacto Ambiental Causa-Efecto de los impactos ambientales por cada actividad del proyecto

MATRIZ DE CAUSA- EFECTO				ACTIVIDADES , OBRA -LABOR DEL PROYECTO							
SISTEMA AMBIENTAL	SUB-SISTEMA AMBIENTAL	DESCRIPCION	IMPACTO GENERADO	LOCALIZACION Y REPLANTEO	CIMENTACION	CARPINTERIA METALICA	PISOS-TECHO-DRYWALL	INSTALACIONES HIDRAULICAS SANITARIAS	PUERTAS Y VENTANAS	CUBIERTAS	REMATES
MEDIO FISICO	Hidrografia	Transporte de sedimentos	Arrastre o escurrimiento del material de excavación durante lluvias								
		Consumo de recurso agua	Agotamiento del recurso agua/riego para control de polvo								
	Geologia	Generacion de residuos solidos y liquidos	Aumento de residuos líquidos								
		Conformacion final de la topografia del terreno	Modificacion de la geomorfologia del suelo								
	Calidad del aire	Generacion de gases de salida	Contaminación del aire, emisiones de monóxido de carbono (CO) y CO2 a la atmosfera.								
		Generacion de polvos	Contaminación del aire-incomodidades a la comunidad, aumento de material particulado.								
	Niveles de Ruido	Generacion de ruido	Contaminación del aire-trastorno auditivo.								
		Remoción de material	Modificación del suelo								
	Suelo	Contacto con el nivel freatico	Cambios en la morfología del suelo.								
		Generacion de residuos (material en retiro)	Aumento de residuos								
		Utilizacion de recursos naturales	Aprovechamiento del recurso								
		Generación de residuos (retales de tuberías)	Aumento de residuos, generación de vectores								
		(aceites, grasas, combustibles)	y enfermedades								
BIOTICO	Flora	Intervención de tramos	Disminución en el follaje de las especies arbóreas de la zona								
	Fauna	Alteraciones y desplazamiento de especies	Desplazamiento de la fauna.								
COMPONENTE SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	Aspectos económicos	Construcción de vivienda social	Mejoramiento de la calidad de vida de los moradores								
			Mejoramiento de las condiciones de saneamiento de la zona								
			Disminucion de la desigualdad								
	Sociales	Arrastre o escurrimiento del material de excavación durante lluvias, desagües lluvia	Obstrucción de vías de circulación								
		Generación de residuos (material en retiro)	Aumento de residuos, generación de vectores y enfermedades a la comunidad.								
		Afectación de vías de acceso	Incomodida a los habitantes de la zona								

Nota: Elaboración Propia.

Las casillas de color verde nos indican que existe una relación directa entre determinada actividad del proyecto y un componente específico del medio ambiente.

Con la información que se obtiene de esta matriz, es posible determinar donde se deben establecer medidas ambientales encaminadas a la prevención, mitigación o compensación de daños ocasionados.

En la siguiente tabla se indica cuál es el mecanismo en el que deben ser aplicadas las medidas ambientales de acuerdo a la siguiente abreviatura:

- Control (C)
- Prevención (P)
- Mitigación (M)
- Protección (Prot)

Tabla 4

Matriz de Aplicación de Medidas Ambientales cada actividad del proyecto

PLAN DE SEGUIMIENTO O - MONITOREO				ACTIVIDADES , OBRA -LABOR DEL PROYECTO														
SISTEMA AMBIENTAL	SUB-SISTEMA AMBIENTAL	DESCRIPCION	IMPACTO GENERADO	MEDIDAS AMBIENTALES				ETAPA PRELIMINAR	ETAPA DE CONSTRUCCION									
				C	P	M	PROT											
MEDIO FISICO	Hidrografia	Transporte de sedimentos	Arrastre o escurrimiento del material de excavación durante lluvias	X														
		Consumo de recurso agua	Agotamiento del recurso agua/riego para control de polvo	X														
		Generacion de residuos solidos y liquidos	Aumento de residuos liquidos			X												
	Geologia	Conformacion final de la topografia del terreno	Modificacion de la geomorfologia del suelo		X	X												
	Calidad del aire	Generación de gases de salida	Contaminación del aire, emisiones de monóxido de carbono (CO) y CO2 a la atmosfera.		X													
		Generacion de polvos	Contaminación del aire-incomodidades a la comunidad, aumento de material particulado.	X		X												
		Niveles de Ruido	Generación de ruido	Contaminación del aire-trastorno auditivo.	X	X	X											
	Suelo	Remocion de material	Modificación del suelo			X												
		Contacto con el nivel freatico	Cambios en la morfología del suelo.			X												
		Generación de residuos (material en retiro)	Aumento de residuos	X		X												
		Utilización de recursos naturales	Aprovechamiento del recurso	X														
		Generación de residuos (retales de tuberías)	Aumento de residuos, generación de vectores y enfermedades	X														
		(aceites, grasas, combustibles)																
BIOTICO	Flora	Intervención de tramos	Disminución en el follaje de las especies arbóreas de la zona	X		X												
	Fauna	Alteraciones y desplazamiento de especies	Desplazamiento de la fauna.		X		X											
COMPONENTE SOCIOECONOMICO Y CULTURAL	Aspectos económicos	Mejoramiento de la calidad de vida de los moradores		X														
		Construcción de vivienda social	Mejoramiento de las condiciones de saneamiento de la zona	X														
			Disminucion de la desigualdad	X														
	Sociales	Arrastre o escurrimiento del material de excavación durante lluvias, desagues lluvia	Obstrucción de vías de circulación	X														
		Generación de residuos (material en retiro)	Aumento de residuos, generación de vectores y enfermedades a la comunidad.	X	X	X												
		Afectación de vías de acceso	Incomodida a los habitantes de la zona	X	X													

Nota: Elaboración Propia.

Teniendo en cuenta la matriz descrita anteriormente, se establecen las acciones a realizar durante cada etapa del proyecto para mitigar los impactos ambientales que se generarían, de acuerdo al recurso natural impactado.

Tabla 5

Medidas ambientales a aplicar de acuerdo a los recursos impactados

RECURSO	DESCRIPCION	MEDIDA
Hidrografia	Transporte de sedimentos	Verificar disposicion final con los entes reguladores
	Consumo de recurso agua	Acciones para consumir el consumo requerido de agua
	Generacion de residuos solidos y liquidos	Manejo de residuos solidos y liquidos
Geologia	Modificacion capa vegetal	acciones para recupera capa vegetal
Calidad del aire	Generacion de gases de salida	Humectación de superficies
	Generacion de polvos	Disposición y manejo de basuras
		Prohibición de quemas
Niveles de Ruido	Generacion de ruido	Mantenimiento de equipos y máquinas
Suelo	Remocion de material	Ejecutar acciones para recuperar capa vegetal
	Generacion de residuos (material en retiro)	Verificar condiciones y retiro de material
	Utilizacion de recursos naturales	Utilización de materiales pétreos de canteras que cuenten con permiso ambiental y planes de recuperación morfológica o tramitar previamente el permiso de explotación de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1220 de 2005.
		Capacitación del personal en manejo de equipos.
		Ejecutar acciones antiderrames
Flora	Intervención de tramos	Prohibición de corta y quema de vegetación
Fauna	Alteraciones y desplazamiento de especies	Prohibición de fumar en lugares provistos de vegetación
		Prohibición de caza y captura de especies
		Prohibición de fumar en lugares provistos de vegetación.
Aspectos económicos	Construcción de vivienda social	Interacción de sector con vegetación y ordenación de los espacios
Sociales	Arrastre o escurrimiento del material de excavación durante lluvias, desagües lluvia	Medidas para descarga de residuos
	Generación de residuos (material en retiro)	Verificar condiciones y retiro de material
	Afectación de vías de acceso	Señalización y recuperación de accesos

Nota: Elaboración Propia.

De acuerdo al sistema de certificación EDGE, descrito previamente en la sección metodología, se realiza una aproximación de lo que sería el impacto generado por la propuesta presentada, a través del software gratuito que ofrecen la entidad certificadora.

Inicialmente, se deben incluir los datos básicos del proyecto, como su título, responsable, datos de contacto ubicación geográfica, entre otros.

Consumo final de energía	Consumo final de agua	Ahorro de CO ₂ durante el uso	Ahorro de energía incorporada en ...	Costos de servicios públicos - Línea...	Reducción en el costo de servicios ...
175.97 kWh/Mes/Unidad Vivienda	6.93 kL/Mes/Unidad Vivienda	0.18 tCO ₂ /Año/Unidad Vivienda	169,018.15 MJ/unidad	19.60 \$/mes/unidad	5.26 \$/mes/unidad
Diseño	Energía 47.52%	Agua 21.40%	Materiales 64.83%		HIDE RESULTS

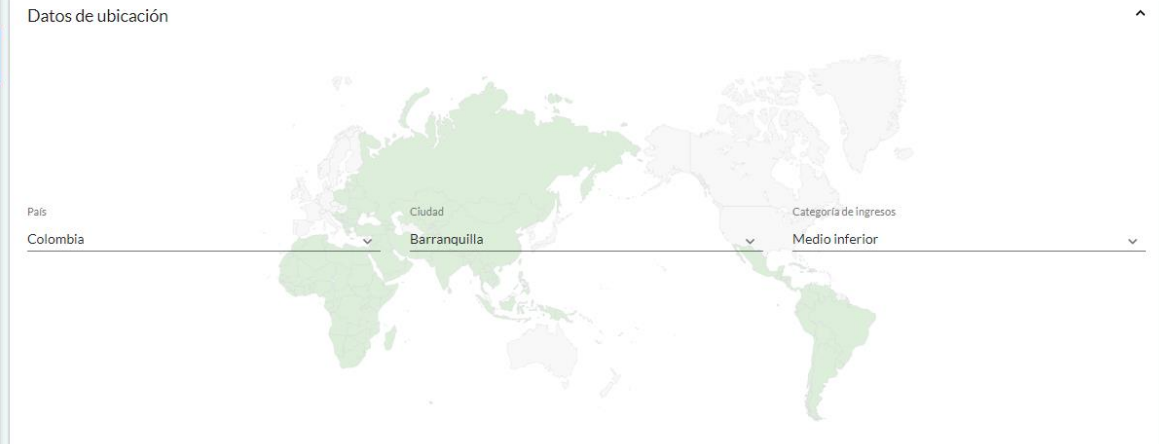
Detalles del Proyecto

Nombre del Proyecto*	DISEÑO ARQUITECTONICO, SELECCION DE MATERIALES ECOLOGICOS Y CONSTRUCC	Dirección línea1	Barranquilla
Cantidad de edificios distintos*	1	Dirección línea2	
Cantidad de subproyectos EDGE asociados		Ciudad	Barranquilla
Superficie total del proyecto (m ²)		Estado/Provincia	Atlántico
Nombre del titular del Proyecto*	DISEÑO ARQUITECTONICO, SELECCION DE MATERIALES ECOLOGICOS Y CONSTRUCC	Código postal	
Email del titular del Proyecto*	ing.francobritto@gmail.com	País	Colombia

Detalles del subproyecto

Nombre del subproyecto*	DISEÑO ARQUITECTONICO, SELECCION DE MATERIALES ECOLOGICOS Y CONSTRUCC	Dirección línea1*	Barranquilla
Nombre de la Casa o Edificio*	DISEÑO ARQUITECTONICO, SELECCION DE MATERIALES ECOLOGICOS Y CONSTRUCC	Dirección línea2	
Multiplicador del subproyecto para el proyecto*	1	Ciudad*	Barranquilla
Etapas de certificación*	Preliminar	Estado/Provincia	Atlántico
Estado		Código postal	
Auditoría		País*	Colombia
Certificador		Tipo de subproyecto	Edificio nuevo

Datos de ubicación



País: Colombia

Ciudad: Barranquilla

Categoría de ingresos: Medio inferior

Figura 16. Ingreso de información básica de Software EDGE

Nota: Tomado del Software EDGE

Posteriormente se incluyen los datos del diseño, el área detallada de cada una de las zonas de la casa.

Datos del edificio - Área detallada

Ingrese los datos del edificio	Por defecto	Entrada de usuario
Tipo de unidad de vivienda Casas	Dormitorio (m²) 14.9	Dormitorio (m²) 9.6
Área promedio de la unidad de vivienda (m²) 43.73	Cocina (m²) 8.3	Cocina (m²) 4.41
Dormitorios/Unidad (n.o) 2	Sala/Comedor (m²) 14.4	Sala/Comedor (m²) 7.37
Número de pisos/niveles (n.o) 1	Baño (m²) 2.2	Baño (m²) 2.76
Unidades de vivienda (n.o) 50	Cuarto de ropas, balcón, punto fijo** (m²) 19.59	
Ocupación (personas por unidad)(no.) 3	Área interna bruta (m²) 44	Área interna bruta (m²)
	Longitud de las paredes externas en metr... 27	Longitud de las paredes externas en metr...
	Área del techo/unidad (m²) 43.7	Área del techo/unidad (m²)

The screenshot shows a web-based form titled 'Sistemas del edificio' (Building Systems). It contains two questions, each with a dropdown menu set to 'No':

- ¿El diseño del edificio incluye sistema de A/A? (Does the building design include an A/A system?)
- ¿El diseño del edificio incluye sistema de calefacción de espacios? (Does the building design include a space heating system?)

Below these questions is a section titled 'Supuestos para la línea base' (Assumptions for the baseline) with a dropdown arrow. A text instruction reads: 'Al ingresar los detalles de diseño de su subproyecto, ha creado su edificio de referencia. A continuación, elegirá medidas de eficiencia energética para lograr ahorros del 20 %, como mínimo.' (When entering the design details of your subproject, you have created your reference building. Next, you will choose energy efficiency measures to achieve savings of 20 %, at least.)

At the bottom right, there are two buttons: 'GUARDAR' (Save) and 'PRÓXIMO PASO: ENERGÍA' (Next Step: Energy).

Figura 17. Ingreso de información del edificio en Software EDGE.

Nota: Tomado del Software EDGE.

Seguidamente deben seleccionarse las medidas que se implementaron en el diseño, en cuanto a mitigación de impactos de energía, agua y materiales, teniendo en cuenta parámetros de la propuesta, modelos de construcción y materiales seleccionados, teniendo como resultado el porcentaje de cumplimiento de la norma EDGE en cada uno de estos aspectos.

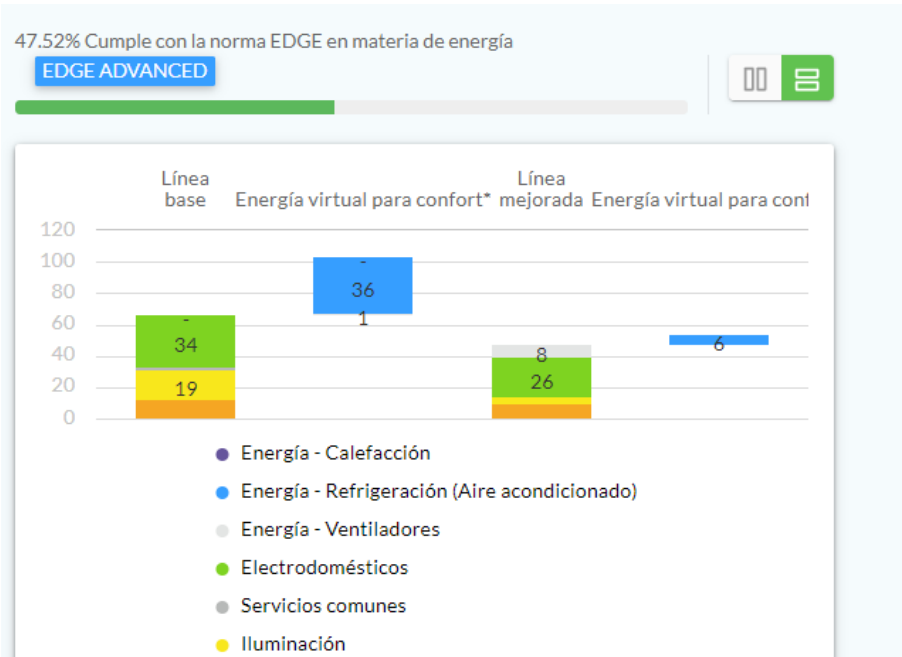


Figura 18. Cumplimiento de la Norma EDGE en materia de energía.

Nota: Tomado del Software EDGE.

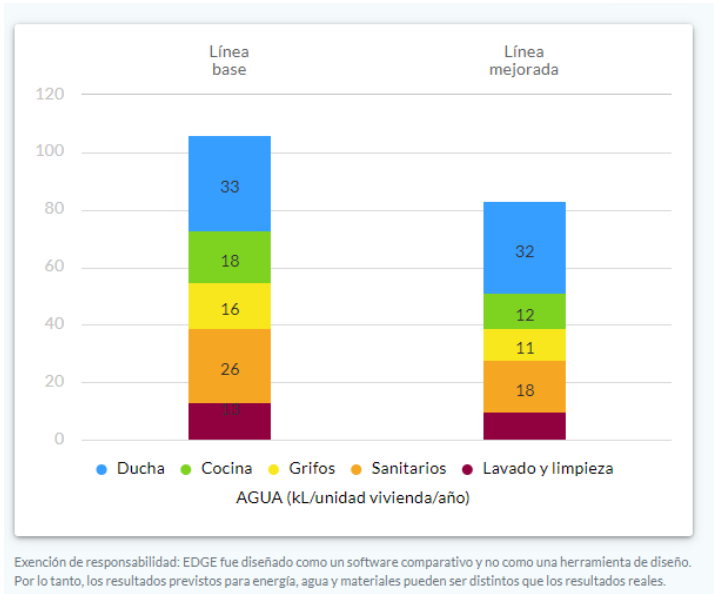


Figura 19. Cumplimiento de la Norma EDGE en materia de consumo de agua

Nota: Tomado del Software EDGE

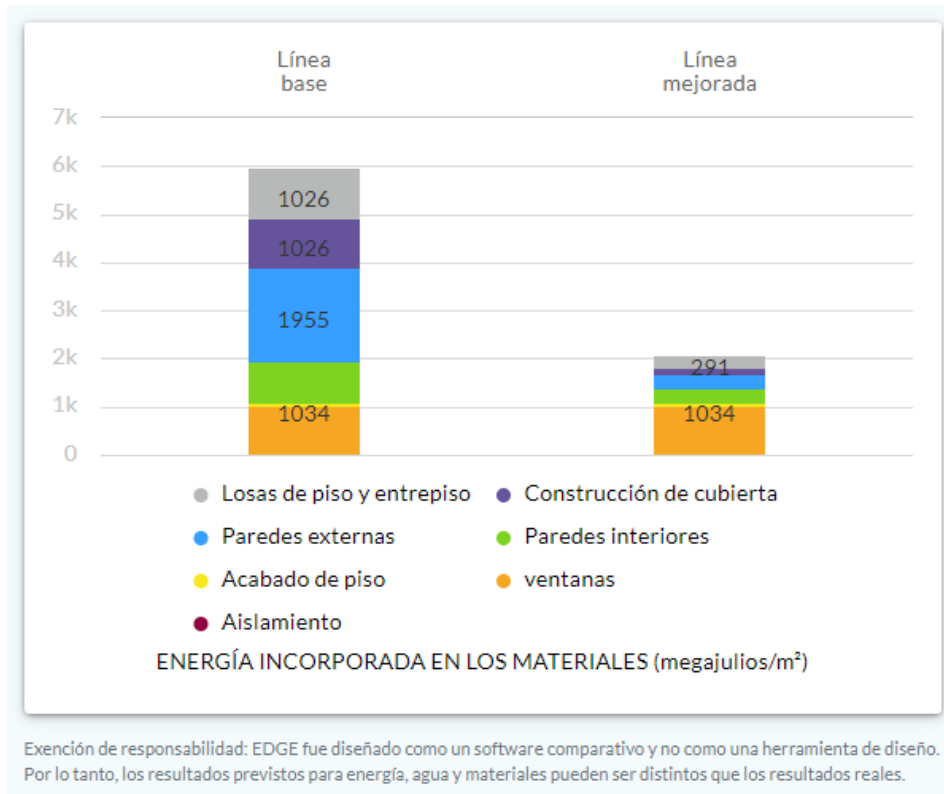


Figura 20. Cumplimiento de la Norma EDGE relativa a los materiales.

Nota: Tomado del Software EDGE.

En resumen, de acuerdo a la norma EDGE, el diseño propuesto ofrece un cumplimiento del 47,52% en materia de Energía, un 21,40% en materia de consumo de agua y un 64,83% de cumplimiento en términos de los materiales utilizados.

Este resultado es congruente con el diseño propuesto que se enfocó básicamente en la utilización de modelos de construcción que involucrarán materiales con el menor impacto ambiental posible, resultado del estudio del ciclo de vida de los mismos.

7.1 Descripción

La vivienda cuenta con un primer piso construido de 43,73m², distribuido de la siguiente manera:

- Habitación principal de 9,6m²
- Habitación secundaria de 9m²
- Baño principal de 2,76m²
- Sala comedor de 7,37m²
- Cocina de 4,41m²
- Patio con área de labores de 4,28m²

Adicionalmente cuenta con un segundo piso no construido de 57,44m².

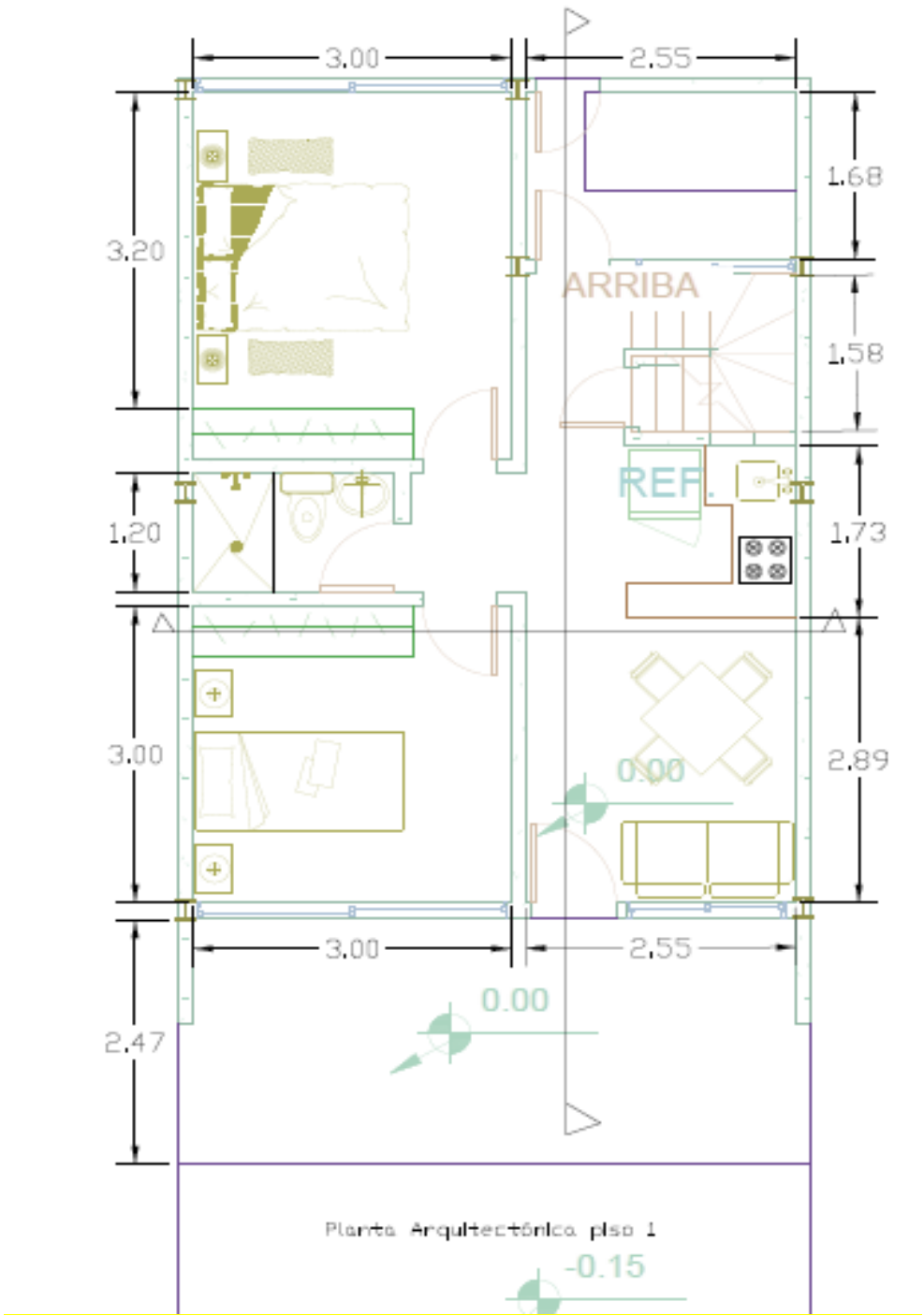


Figura 21. Planta arquitectónica Piso 1.

Nota: Elaboración Propia.

Esta planta arquitectónica describe la ubicación de los espacios de la vivienda con sus respectivas cotas y niveles de acceso. Dentro de la figura No. 22 se encuentra la distribución de los espacios de la planta No. 1 de la vivienda.

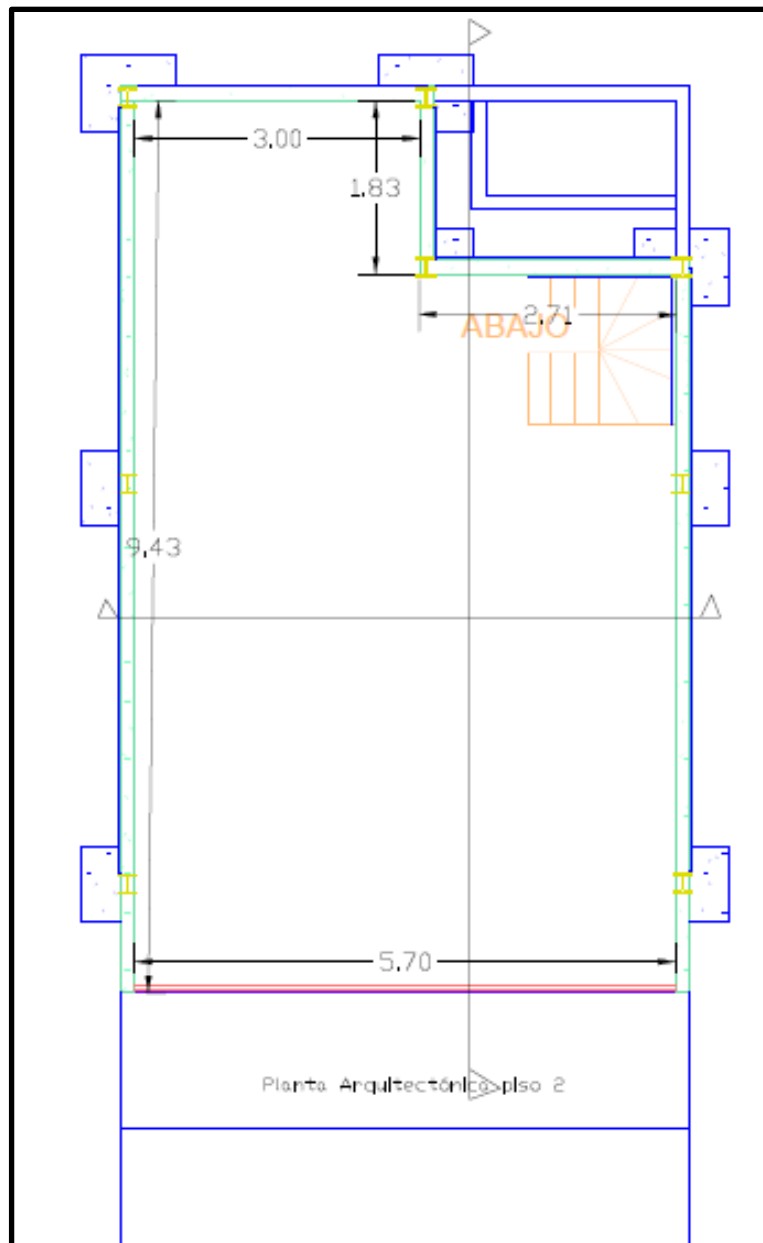


Figura 22. Planta Arquitectónica Piso 2

Nota: Elaboración Propia.

En esta planta arquitectónica se describe la ubicación de los espacios de la vivienda con sus respectivas cotas y niveles de acceso para la segunda planta disponible solo en área. Este espacio estará disponible para proyección a futuro de propietario de la vivienda. Este plano contiene el espacio disponible para la planta No. 2 de la vivienda.

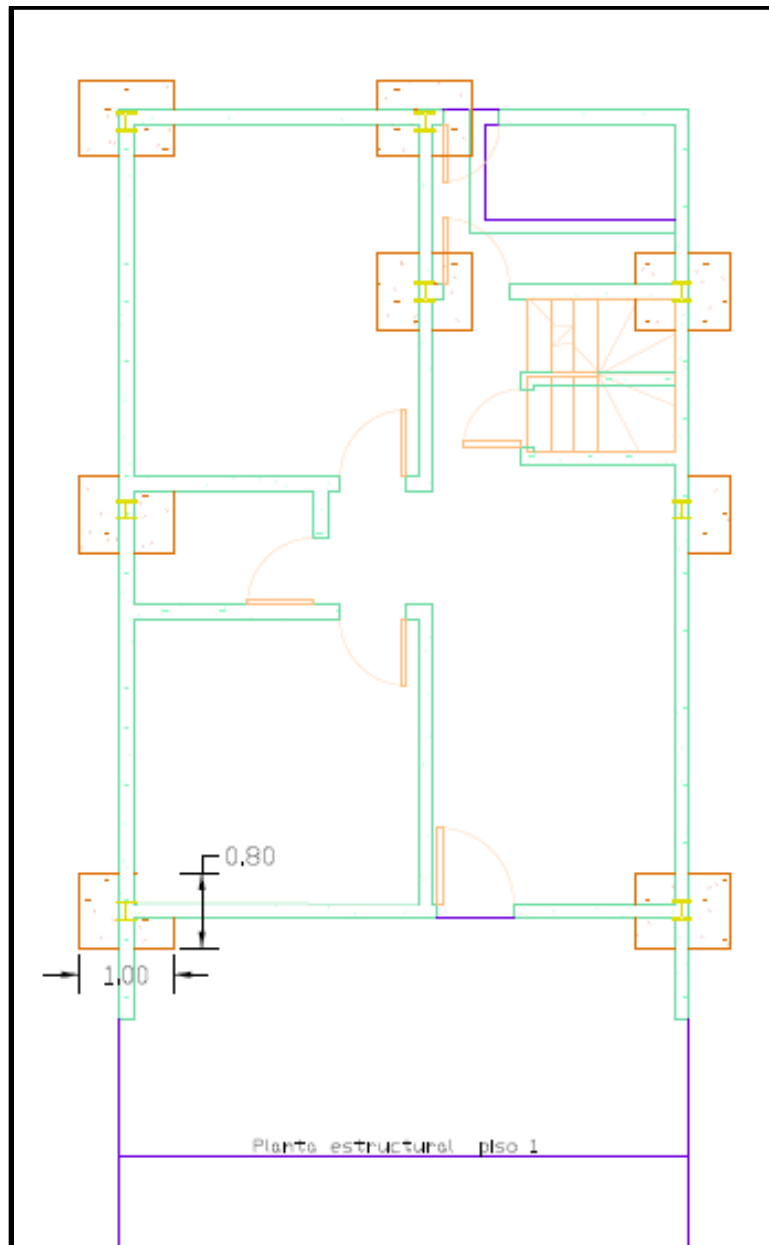


Figura 23. Planta Estructural Piso 1

Nota: Elaboración Propia.

El plano describe la ubicación de la cimentación que soportará los perfiles en acero según diseño, con sus respectivas medidas.

En este plano se encuentra la ubicación de los muros de la vivienda (drywall), a su vez, la cimentación en la cual estarán anclados los perfiles en acero y el tanque subterráneo.

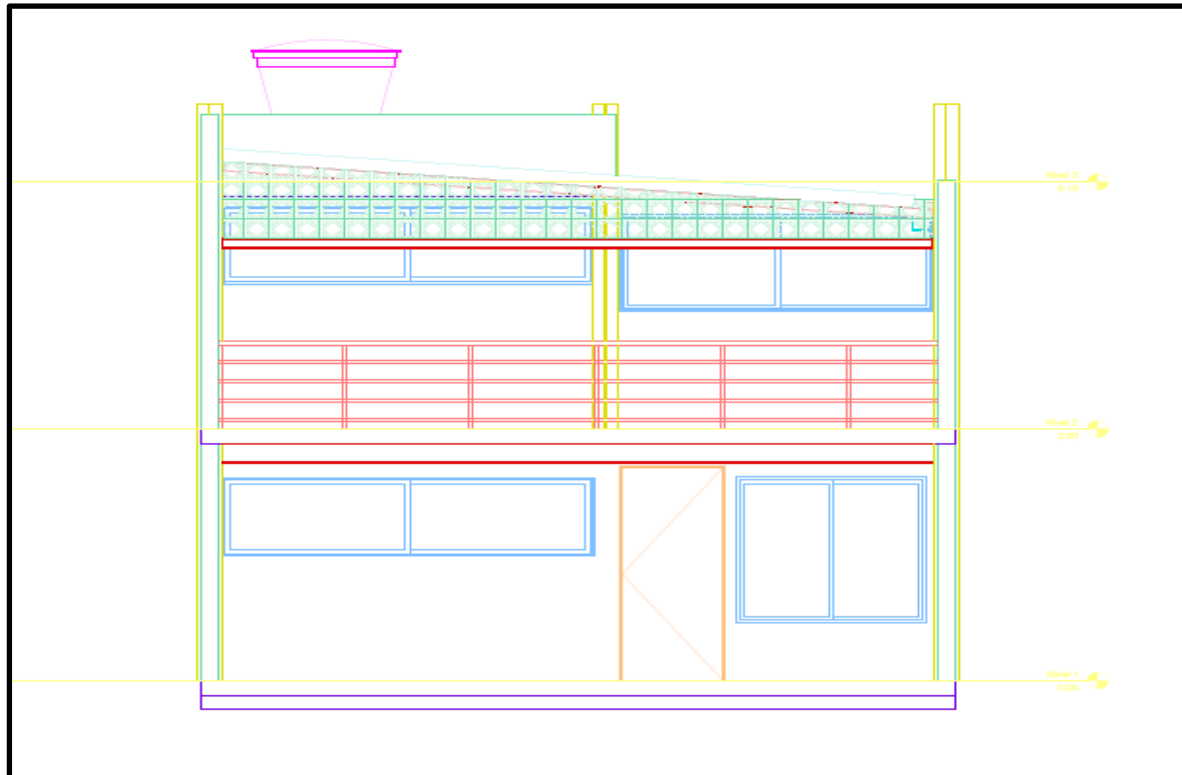


Figura 24. Fachada Principal

Nota: Elaboración Propia.

Este plano arquitectónico muestra las alturas de los respectivos niveles del proyecto, a su vez muestra la ubicación del tanque elevado para el almacenamiento de agua, la pendiente de la cubierta y la profundidad del tanque sumergido para almacenar aguas lluvias.

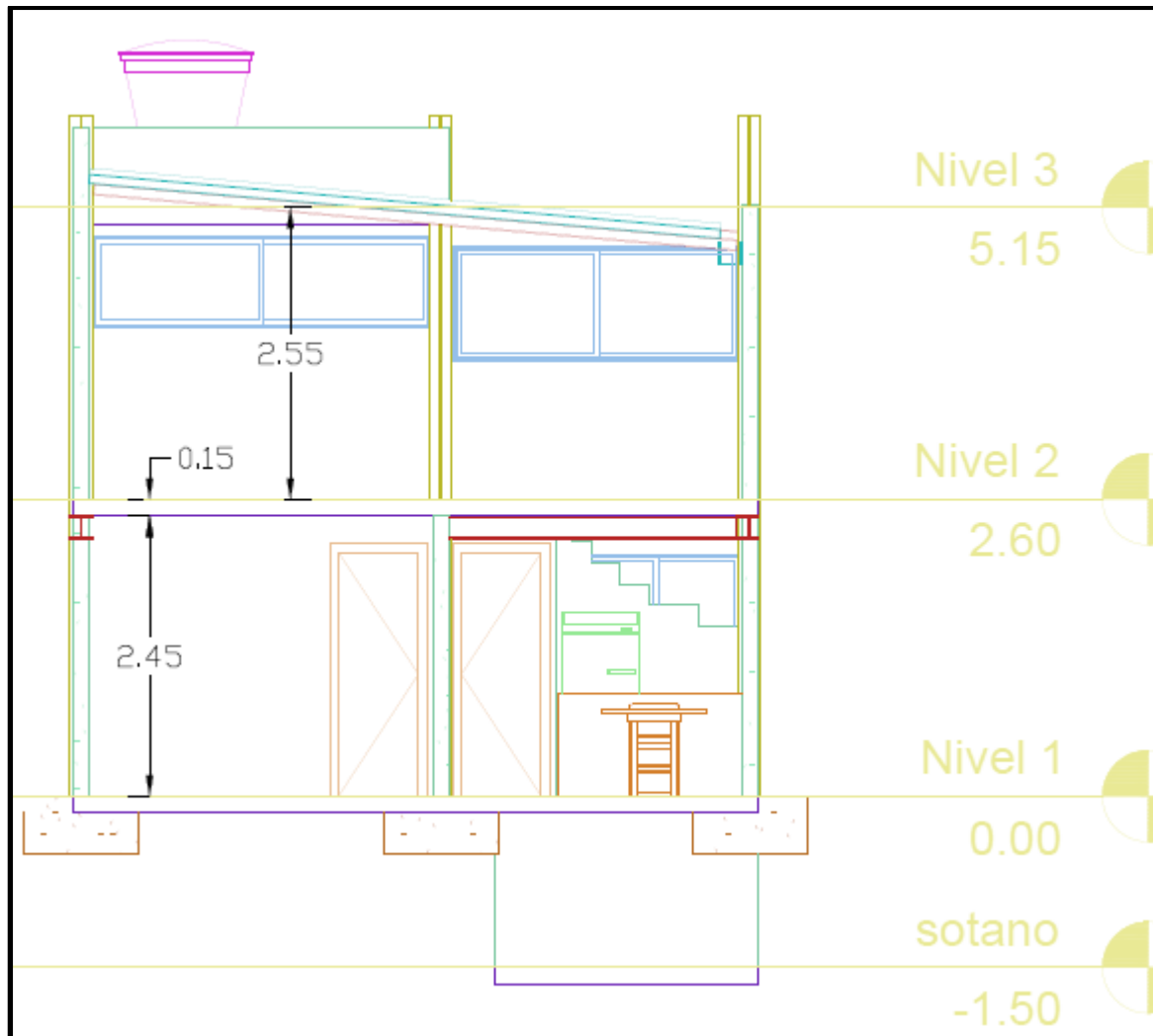


Figura 25. Planta Transversal

Nota: Elaboración Propia.

Este plano arquitectónico muestra las alturas de los respectivos niveles del proyecto (Sección trasera), a su vez muestra la ubicación del tanque elevado para el almacenamiento de agua, la pendiente de la cubierta y la profundidad del tanque sumergido para almacenar aguas lluvias.

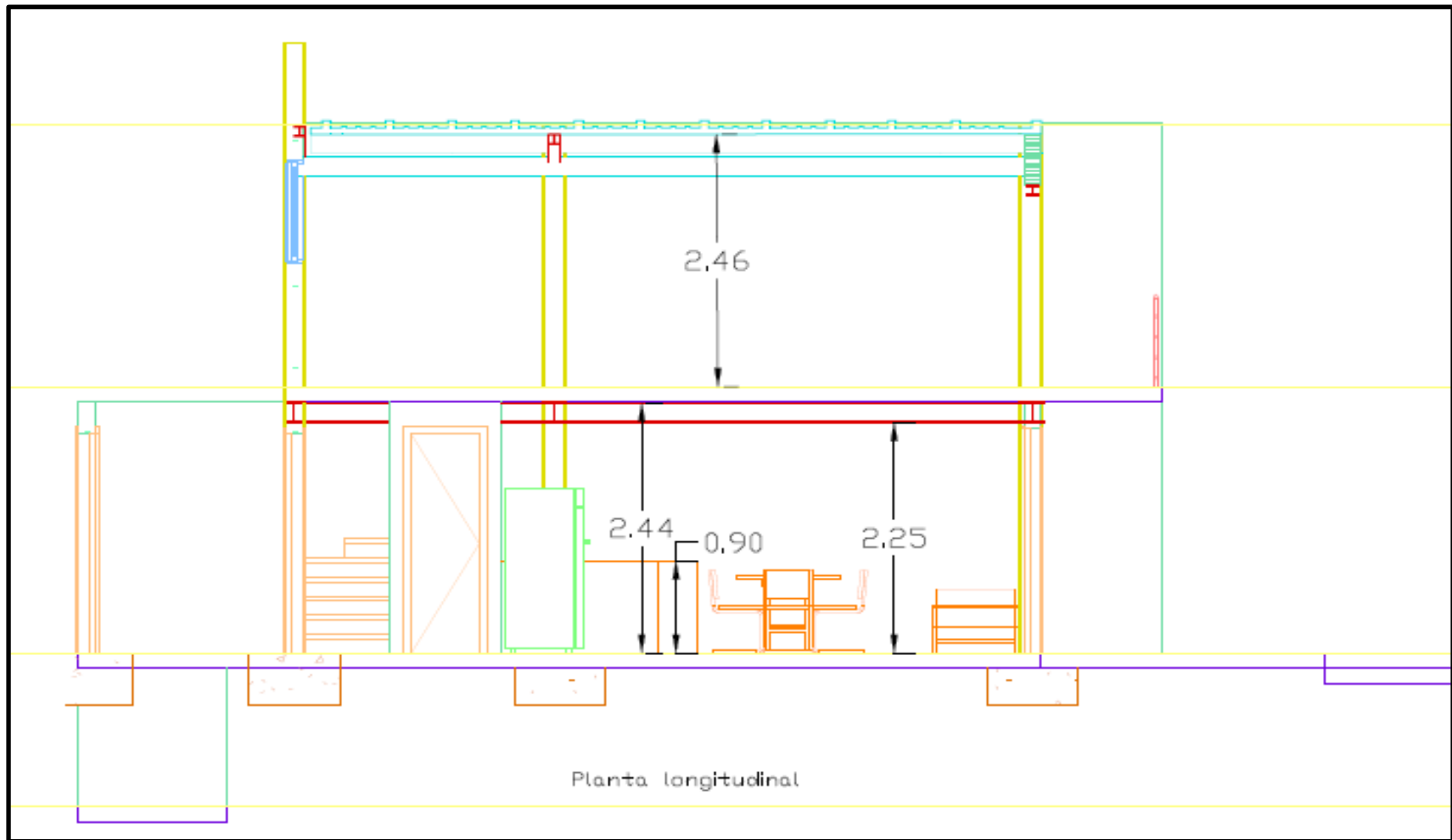


Figura 28. Planta Longitudinal

Nota: Elaboración Propia.

Este plano arquitectónico muestra las alturas de los respectivos niveles del proyecto (Sección Longitudinal), a su vez muestra la ubicación del tanque elevado para el almacenamiento de agua, la pendiente de la cubierta y la profundidad del tanque sumergido para almacenar aguas lluvias.

7.2 Presupuesto

Uno de los aspectos más importantes dentro del planteamiento de un proyecto de construcción es el presupuesto de obra. De este componente dependerá en gran medida el éxito del proyecto ya que a través de sus costos se medirá su nivel de competitividad frente a otras propuestas o frente a los aspectos que considera el diseño de la obra.

Normalmente la mayor parte de los problemas durante el desarrollo de una obra se presentan por diferencias entre el presupuesto elaborado y los costos reales que se presentan durante el desarrollo de la obra, ya sea porque las cantidades de materiales fueron mal calculadas o porque el tiempo de mano de obra requerido difieren sustancialmente del desarrollo del proyecto.

Debido a lo anterior, se considera que el presupuesto debe ser elaborado con gran exactitud, teniendo en cuenta las medidas precisas de los planos diseñados y ajustándose a los precios del mercado local.

Para el desarrollo de este diseño es importante tener en cuenta los gastos requerido para la ejecución del mismo, por tanto, se presenta a continuación el presupuesto del proyecto, el cual incluye los costos de suministro de material y mano de obra en cada uno de las actividades requeridas.

Tabla 6

Presupuesto de Obra sistemas de construcción bajo impacto ambiental

PRESUPUESTO DE OBRA - VIVIENDA DE INTERES SOCIAL						
Proyecto:	PROPUESTA DE DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTONICO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL CON BAJO IMPACTO AMBIENTAL			Solicitud N°:	001-19	
Modelo	Premiun			Fecha:	25/06/2019	
Teléfono	-	Email:		Vigencia:	15 DÍAS	
Ubicación:		Ciudad/ Depart.		Plazo entrega:		
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO						
ítem.	Actividades / Insumos / Servicios	Und.	Cant.	Costos Directos	Valor Parcial.	Valor Resumen de Actividades.
1 PRELIMINARES						
1.1	Localización y Replanteo	m2	45.0	\$ 2,300	\$ 103,500	\$ 103,500
2 CIMENTACION						
2.1	Zapata en concreto de 20.7 Mpa (0.6 m x 0.6 m x 0.5m) + Acero de Refuerzo 1/2" - 3/8"	m3	1.4	\$ 890,000	\$ 1,281,600	\$ 5,438,016
2.2	Viga de Amarre en Concreto Reforzado	m3	8.7	\$ 480,000	\$ 4,156,416	
3 CARPINTERIA METALICA						
3.1	Instalación de Columnas en ACERO (Perfil IP 65).	m	36.1	\$ 290,000	\$ 10,463,200	\$ 16,691,000
3.2	Instalación de Vigas en ACERO (Perfil IP65)	m	19.3	\$ 290,000	\$ 5,602,800	
3.3	Diseño y fabricación de escaleras acceso 2da Planta.	m2	2.5	\$ 250,000	\$ 625,000	
4 PISOS - TECHO - DRYWALL						
4.1	Muro en DRYWALL (Superboard) Piso 1 y Piso 2	m2	174.4	\$ 78,000	\$ 13,606,320	\$ 22,068,120
4.1	loza aligerada en Sistema DRYWALL (Plycem) Nivel 1 + Nivel 2	m2	99.1	\$ 81,000	\$ 8,027,100	
4.1	Viga canal impermeabilizada en sistema DRYWALL (Superboard) + Sistema Recolector de aguas lluvias.	m	6.3	\$ 69,000	\$ 434,700	
5 INSTALACIONES HIDRAULICAS + SANITARIAS						
5.1	Acometida hidráulica en tubería pvc 1/2"	m	15.0	\$ 5,600	\$ 84,000	\$ 1,528,000
5.2	Punto hidráulico pvc de 1/2"	Und	5.0	\$ 25,000	\$ 125,000	
5.3	Acometida Sanitaria en tubería pcv 4 "	m	25.0	\$ 32,000	\$ 800,000	
5.4	Puntos Sanitarios	Und	4.0	\$ 31,000	\$ 124,000	
5.5	Sistema de Almacenamiento de Aguas Lluvias. (Incluye: Tanque Elevado + Turbina para el Bombeo + Sistema de Tuberías).	Und.	1.0	\$ 395,000	\$ 395,000	
7 PUERTAS Y VENTANERÍA						
7.1	Suministro e Instalación de Puertas en madera.	Und	5.0	\$ 280,000	\$ 1,400,000	\$ 5,517,500
7.2	Suministro e Instalación de Ventanería	m2	13.5	\$ 250,000	\$ 3,377,500	
7.3	Suministro e Instalación de COMBO SANITARIO	Und	2.0	\$ 250,000	\$ 500,000	
7.4	Suministro e Instalación de accesorios de ducha	Und	2.0	\$ 120,000	\$ 240,000	
8 CUBIERTAS						
8.1	Cubierta tipo Sandwich, aligerada, teja termoacustica sencilla, color Blanco.	m2	34.7	\$ 280,000	\$ 9,721,600	\$ 9,721,600
9 REMATES						
9.1	Limpieza y Aseo	Und.	1.0	\$ 150,000	\$ 150,000	\$ 150,000
Observaciones:		COSTOS DIRECTOS				\$ 61,217,736
		ADMINISTRACION				\$ 7,346,128
		IMPREVISTOS				\$ 3,060,887
		UTILIDAD				\$ 1,836,532
		IVA				\$ 348,941
		COSTO TOTAL DEL PROYECTO				\$ 73,810,224

Nota: Elaboración Propia. Los valores se encuentran en pesos colombianos.

Este presupuesto no incluye la construcción de ningún aspecto del segundo piso, debido a que la propuesta está planteada para entregar al propietario el área disponible sin ningún tipo de muro divisorio para que este pueda construirlo de acuerdo a sus necesidades habitacionales.

Dentro del presupuesto, no se puede desconocer la importancia de los procesos de certificación, los cuáles han sido descritos anteriormente y deben ser considerados relevantes dentro de un proceso de construcción sostenible, dado que otorga la tranquilidad de que un ente tercero y especializado, legitima que el proyecto de construcción cumple con los estándares de sostenibilidad evaluados.

Por tal razón, se considera relevante tener en cuenta dentro del presupuesto, los costos de referencia de una certificación EDGE en Colombia, teniendo en cuenta que esta fue la metodología implementada en esta propuesta.

REGISTRO				
Por emplazamiento del proyecto: COP 900,000				
TIPO DE PROYECTO	CERTIFICACIÓN	AUDITORÍA DEL DISEÑO	AUDITORÍA FINAL	TOTAL
Residencial (una tipología y máximo 150 unidades)	COP 6,120,000	COP 9,290,000	COP 10,290,000	COP 25,700,000
Residencial (hasta tres tipologías y máximo 150 unidades)	COP 7,200,000	COP 11,150,000	COP 12,350,000	COP 30,700,000
Comercial (un edificio con un uso final)	COP 7,200,000	COP 11,150,000	COP 12,350,000	COP 30,700,000

Figura 27. Precios de referencia Certificación EDGE en Colombia

Nota: Cámara Colombiana de la Construcción.

Teniendo en cuenta los costos de referencia, se estima que el valor de certificar la propuesta planteada, asciende a un aproximado de \$26.600.000 pesos colombianos, incluyendo costos por emplazamiento, más todo el proceso de certificación y auditoria requerido.

Sin embargo, para un proyecto de construcción a desarrollar, es indispensable realizar una cotización con la Cámara Colombiana de Construcción (CAMACOL), entidad encargada de otorgar estas certificaciones en Colombia.

Entendiendo la importancia del presupuesto dentro de una obra de construcción, resulta relevante comparar la propuesta planteada con el presupuesto de construcción del mismo diseño pero con sistemas de construcción tradicionales, basados en el uso de materiales con alto impacto ambiental.

Tal como puede observarse en la tabla No. 5 se evidencia un incremento de \$ 11.172.569 de pesos colombianos, lo que representa un aumento del 15% con respecto al presupuesto inicial, aumento que se refleja principalmente en las secciones de estructuras y pisos/ techos.

En la sección de estructuras, el cambio se presenta principalmente en el paso de columnas y vigas de acero a concreto, generando una elevación de los costos de construcción. De la misma forma, en la sección de pisos y techos el cambio de drywall a mampostería tradicional con bloque vibropresado, genera un incremento.

Es importante destacar que la propuesta basada en la construcción a través de los sistemas *Steel Framing* y *Drywall*, además de generar una menor contaminación debido a la naturaleza de los materiales en los que se basan estos modelos, también genera un ahorro en los costos de construcción del proyecto, evidenciando un mayor acercamiento al equilibrio que se busca dentro desde el desarrollo sostenible, entre los intereses de la sociedad y el impacto al medio ambiente.

Tabla 7

Presupuesto de Obra sistemas de construcción tradicional

PRESUPUESTO DE OBRA - VIVIENDA DE INTERES SOCIAL							
Proyecto:	PROPUESTA DE DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTONICO PARA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL CONTRUCCIÓN TRADICIONAL.			Solicitud N°:	001-19		
Modelo	TRADICIONAL			Fecha:	25/06/2019		
Teléfono	-	Email:		Vigencia:	15 DÍAS		
Ubicación:	Ciudad/ Depart.			Plazo entrega:			
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO							
ítem.	Actividades / Insumos / Servicios	Und.	Cant.	Costos Directos	Valor Parcial.	Valor Resumen de Actividades.	
1 PRELIMINARES							
1,1	Localización y Replanteo	m2	45,0	\$ 2.300	\$ 103.500	\$ 103.500	
2 CIMENTACION							
2,1	Zapata en concreto de 20.7 Mpa (0.6 m x 0.6 m x 0.5m) + Acero de Refuerzo 1/2" - 3/8"	m3	1,4	\$ 890.000	\$ 1.281.600	\$ 5.438.016	
2,2	Viga de Amarre en Concreto Reforzado	m3	8,7	\$ 480.000	\$ 4.156.416		
3 ESTRUCTURAS Y EXTRAS							
3,1	Construcción de Columnas en concreto, 3500 psi, dimensiones: 0,3 m x 0,3 m + acero de refuerzo, 1/2" - 3/8".	m	36,1	\$ 365.000	\$ 13.169.200	\$ 20.911.900	
3,2	Construcción de Vigas en concreto, 3500 psi, dimensiones: 0,25 m x 0,3 m + acero de refuerzo, 1/2" - 3/8".	m	19,3	\$ 360.000	\$ 6.955.200		
3,3	Diseño y fabricación en concreto de 3500 psi, escaleras acceso 2da Planta.	m2	2,5	\$ 315.000	\$ 787.500		
4 PISOS - TECHO							
4,1	Muro en MAMPOSTERÍA, BLOQUE. Vibropresado 20 cm. Piso 1 y Piso 2	m2	174,4	\$ 84.000	\$ 14.652.960	\$ 24.204.860	
4,1	Loza en concreto aligerada Nivel 1 + Nivel 2	m2	99,1	\$ 92.000	\$ 9.117.200		
4,1	Viga canal impermeabilizada en sistema DRYWALL (Superboard) + Sistema Recolector de aguas lluvias.	m	6,3	\$ 69.000	\$ 434.700		
5 INSTALACIONES HIDRAULICAS + SANITARIAS							
5,1	Acometida hidráulica en tubería pvc 1/2"	m	15,0	\$ 5.600	\$ 84.000	\$ 1.528.000	
5,2	Punto hidráulico pvc de 1/2"	Und	5,0	\$ 25.000	\$ 125.000		
5,3	Acometida Sanitaria en tubería pcv 4 "	m	25,0	\$ 32.000	\$ 800.000		
5,4	Puntos Sanitarios	Und	4,0	\$ 31.000	\$ 124.000		
5,5	Sistema de Almacenamiento de Aguas Lluvias. (Incluye: Tanque Elevado + Turbina para el Bombeo + Sistema de Tuberías).	Und.	1,0	\$ 395.000	\$ 395.000		
7 PUERTAS Y VENTANERÍA							
7,1	Suministro e Instalación de Puertas en madera.	Und	5,0	\$ 280.000	\$ 1.400.000	\$ 5.517.500	
7,2	Suministro e Instalación de Ventanería	m2	13,5	\$ 250.000	\$ 3.377.500		
7,3	Suministro e Instalación de COMBO SANITARIO	Und	2,0	\$ 250.000	\$ 500.000		
7,4	Suministro e Instalación de accesorios de ducha	Und	2,0	\$ 120.000	\$ 240.000		
8 CUBIERTAS							
8,1	Cubierta tipo Sandwich, aligerada, teja termoacustica sencilla, color Blanco.	m2	34,7	\$ 280.000	\$ 9.721.600	\$ 9.721.600	
9 REMATES							
9,1	Limpieza y Aseo	Und.	1,0	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	
Observaciones:		COSTOS DIRECTOS				\$ 67.575.376	
		ADMINISTRACION				15%	\$ 10.136.306
		IMPREVISTOS				6%	\$ 4.054.523
		UTILIDAD				4%	\$ 2.703.015
		IVA				19%	\$ 513.573
		COSTO TOTAL DEL PROYECTO				\$	84.982.793

Nota: Elaboración Propia. Los valores se encuentran en pesos colombianos.

8. Conclusiones

Después del desarrollo del presente trabajo de grado, es posible afirmar que existe una preocupación global por la sostenibilidad. Los gobiernos del mundo se están preocupando por incluir dentro de la planeación del desarrollo de sus países, actividades y métodos que garanticen que este sea en forma sostenible, buscando minimizar los impactos que se generan al medio ambiente, en aras de propender porque las generaciones futuras cuenten con los recursos que actualmente cuenta la sociedad.

Como ingenieros civiles es importante reconocer que el sector de la construcción es uno de los que más genera impacto en el medio ambiente, teniendo en cuenta que todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción y los materiales asociados, afectan directamente al entorno en el que se desarrolla. Los procesos constructivos generan contaminación por su desarrollo en sí, pero también por los desechos asociados a los mismos; por esto es importante definir un diseño apropiado que busque minimizar el impacto ambiental teniendo en cuenta no sólo los mecanismos de construcción sino también los materiales inmersos en el proceso, que son los que al final marcarán la pauta del transporte, acabados y mantenimiento requeridos.

Es importante destacar que Colombia no ha sido un país ajeno a la preocupación global por el desarrollo sostenible, lo cual ha sido evidente a través de la inclusión de los ODS en el plan de desarrollo de los últimos dos gobiernos, teniendo en cuenta las metas establecidas al año 2030, tiempo para el cuál se espera que estos sean una realidad en el país.

En el Plan de Desarrollo vigente también se puede destacar el interés por la construcción de vivienda de interés social, que busca garantizar que los colombianos tengan acceso a un espacio digno con bajos costos, disminuyendo la brecha existente entre los estratos sociales.

Este interés por la construcción de VIS, también se considera un aspecto clave del Plan de Desarrollo de la ciudad de Barranquilla, donde la alcaldía muestra un plan trazado alrededor de este tema, con metas propuestas e indicadores de gestión que permitan evaluar el avance de esta necesidad social.

A pesar de considerar que se ha realizado la inclusión del desarrollo sostenible como un pilar principal del desarrollo del país, aún hay mucho por ejecutar en materia de construcción. Particularmente, los proyectos de viviendas de interés social sostenible aún se encuentran en un estado de muy poco desarrollo y no es posible identificar con claridad modelos de proyectos VIS ejecutados que cuenten con certificaciones internacionales en la materia.

Sin embargo, es clave tener en cuenta que desde el gobierno se busca impulsar a través del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible la importancia del desarrollo sostenible en la construcción, con iniciativas como concursos encaminados en la materia tal como el Premio Nacional a la Vivienda de Interés Social Sostenible y por otra parte, con la construcción de procesos de certificación como lo es “CASA Colombia”.

Con la motivación de contribuir al avance del desarrollo sostenible en construcción de Viviendas de Interés Social en la ciudad de Barranquilla, donde aún no se encuentran evidencias de proyectos de esta naturaleza, se desarrolló el diseño anteriormente propuesto, el cual constituye una demostración que es posible beneficiar a personas de pocos recursos para puedan no solo vivir dignamente, sino que además se les transmita la importancia de la conservación del medio ambiente desde la naturaleza de su hogar y que sean conscientes que sus viviendas pueden contribuir con la sostenibilidad.

El análisis de los casos de éxito y desarrollo de la propuesta en si permite afirmar que efectivamente es posible hacer diseños ecológicamente responsables, minimizando los impactos generados al medio ambiente. El desarrollo de los modelos de construcción está siendo tendientes a la necesidad de sostenibilidad que tiene la sociedad, por lo tanto hay que hacer uso de los avances que los mismos ofrecen en la materia.

Es importante considerar dentro de todo este proceso, el respaldo que representan las certificaciones en temas ambientales, pues permiten otorgar al constructor y a quienes se encuentran interesados en un proyecto de construcción, la tranquilidad de que el diseño y el desarrollo de la construcción en sí, cumplen con los estándares sostenibles propuestos.

Una sociedad educada y empoderada generará progreso en una nación, por ello como ingenieros debemos diseñar proyectos que vayan enmarcados a generar un impacto social positivo, no solo es diseñar por cumplir, es diseñar para lograr un crecimiento económico que no descuide que este debe ser apalancado en el cuidado del medio ambiente, garantizando que las generaciones futuras puedan también disfrutar de los recursos naturales con los que hoy contamos.

“La mejor herencia que podemos dejarle a nuestros hijos es:
AMOR, CONOCIMIENTOS Y UN PLANETA en el que puedan vivir mejor”.

Albert Einstein.

9. Referencias

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2016). *Plan de Desarrollo 2016—2019*.

Barbieri, A. (2018). *¿Qué es la construcción en seco?*. Recuperado de
<https://www.adbarbieri.com/blog/que-es-la-construccion-en-seco>

Bedoya Montoya, C. M. (s. f.). *Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles en Colombia – VISS y VIPS* –. 10.

Blog Infaimon. (2018a). *Vigas IPN: ventajas y características*. Recuperado de
<https://blog.infaimon.com/vigas-ipn/>

Boada, A. (2004). *Las empresas y el medio ambiente: Un enfoque de sostenibilidad* (2.^a ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.

Cámara Colombiana de la Construcción. (2018b). *EDGE, la transformación hacia la construcción sostenible en Colombia*. Recuperado de
<https://camacol.co/comunicados/edge-la-trasformaci%C3%B3n-hacia-la-construcci%C3%B3n-sostenible-en-colombia>

Cartagena de Indias, D.T. y C. Escuela Naval “Almirante Padilla”. (2010). *Climatología de los principales puertos del caribe colombiano: Barranquilla*.

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2016a). *Caso de éxito: Tierraviva, un hito de construcción sostenible al alcance de la gente*. Recuperado de
<https://www.cccs.org.co/wp/2018/08/16/caso-de-exito-tierraviva-un-hito-en-construccion-sostenible-al-alcance-de-la-gente/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2016b). *LEED es reconocida mundialmente por ser símbolo de excelencia en construcciones sostenibles*. Recuperado de
<https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/>

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2018c). *Sistema de certificación Casa*

Colombia. Recuperado de Recuperado de: <https://www.cccs.org.co/wp/casa-colombia/>

Corporación Financiera Internacional. (2019a). *EDGE APP*. Recuperado de

https://app.edgebuildings.com/project/homes?_ga=2.22956280.2102490317.1572287488-1532397985.1569273857

Corporación Financiera Internacional. (2019b). *EDGE (Excelencia en Diseño para Mayores*

Eficiencias). Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/marketing/edge/?lang=es>

Dannemann, R. (s. f.). *Manual de Ingeniería de Steel Framing*. Asociación latinoamericana de acero.

Departamento Nacional de Planeación. (2019c). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018 – 2020*.

Ecointeligencia. (2019d). *Un poco de historia sobre el desarrollo sostenible*. Recuperado de

<https://www.ecointeligencia.com/2017/06/historia-desarrollo-sostenible/>

El Informador. (2018d). *Crece el registro de viviendas de interés social en el país*. Recuperado

de <http://www.elinformador.com.co/index.php/general/79-nacional/179566-crece-el-registro-de-viviendas-de-interes-social-en-el-pais>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería Colombiana. (2018e). *Segundo informe bienal de actualización de Colombia a la convención marco de las Naciones Unidas para el cambio climático (CMNUCC)*.

Instituto de la Construcción en Seco. (2018f). *Manual de Recomendaciones para Construir con Steel Framing*.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Resolución 0549*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Los materiales en la construcción de vivienda de interés social*.

Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de América Latina y el Caribe. (s. f.).

Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) de Colombia. Recuperado de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/consejo-nacional-de-politica-economica-y-social-conpes-de-colombia>

ODS Colombia. (2018g). *Así está Colombia en el cumplimiento de los ODS.* Recuperado de <http://odscolombia.com/colombia-cumplimiento-ods/>

Orrego, A. (2012). El análisis de ciclo de vida (ACV) en el desarrollo sostenible: Propuesta Metodológica para la evaluación de sistemas productivos. Universidad Nacional de Colombia.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016c). *Apoyo del PNUD a la implementación del objetivo de desarrollo sostenible 1.*

Revista Ambiental Catorce6. (2018h). *Certifican en Colombia primera vivienda sostenible.* Recuperado de <https://www.catorce6.com/investigacion/24-rse/15661-certifican-en-colombia-primer-vivienda-sostenible>

Revista Digital Gazeta. (2018i). *Conceptos para el desarrollo sostenible.* Recuperado de <https://gazeta.gt/conceptos-para-el-desarrollo-sostenible/>

Revista Dinero. (2018j). *Las 6 metas de Duque en vivienda y sus nuevos programas.* Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/nuevos-programas-de-vivienda-del-presidente-ivan-duque/261887>

Revista VISS. (2016d). *Premio Nacional a la Vivienda de Interés Social Sostenible Julio Mario Santo Domingo VISS.*

Schmidheiny, S., & Consejo Empresarial para el Desarrollo Sostenible. (1992). *Cambiando el rumbo: Una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente.* Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.